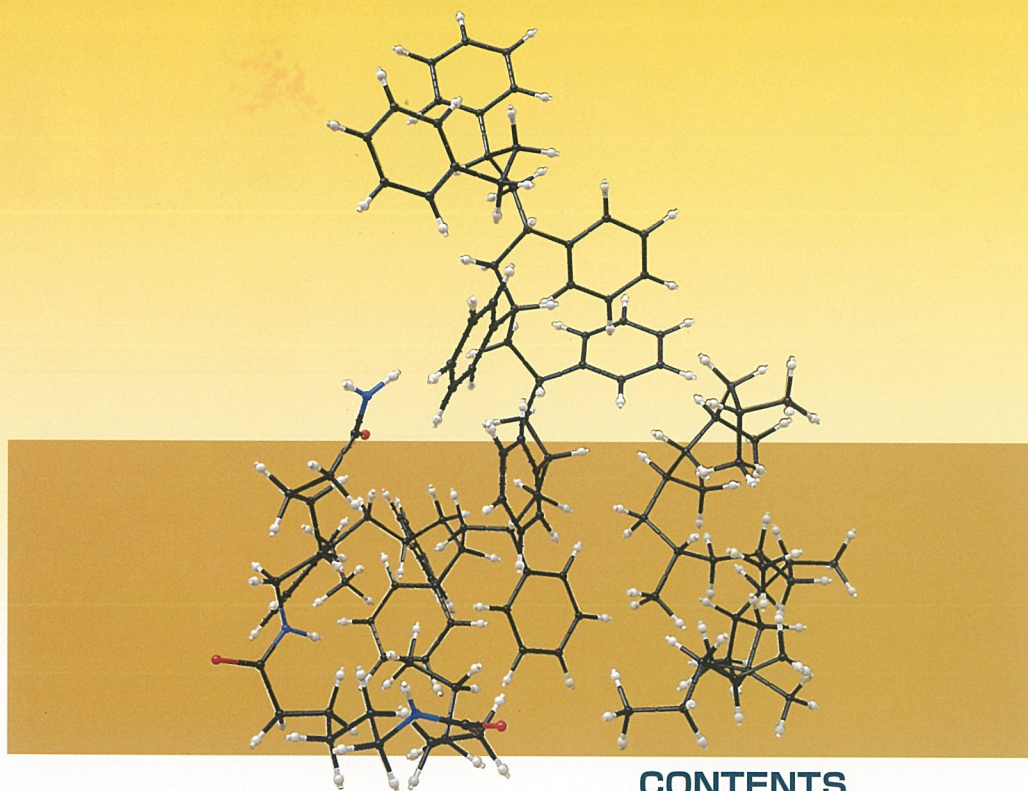




「モノづくり」と 「研究と創造」



CONTENTS

巻頭言 「自動車と高分子材料」の開催にあたって	②
記念館トピックス	②
研究と創造の広場－特別展特集－ 「自動車と高分子材料－強く・軽く・美しく－」	④
高分子の要素技術	⑦
高分子材料の変遷	⑩
1. パブリカ・スターレット・ヴィッツに見る高分子材料使用部品の変遷	⑩
2. 代表的な高分子材料部品の変遷	⑪
3. 高分子材料部品の成形	⑬
4. 高分子のリサイクル（トヨタの例）	⑭
5. 高分子材料の未来	⑮
データ&インフォメーション	⑯

表紙写真：ナイロン、ポリスチレン、ポリプロピレン分子の部分模型

産業技術記念館理事
豊田合成（株）社長

堀 登喜雄



特別展「自動車と高分子材料」の開催にあたって

産業技術記念館では、「自動車と高分子材料—強く・軽く・美しく—」と題して、第5回特別展を10月1日から11月7日まで開催することになりました。

これはトヨタ自動車の創業者である豊田喜一郎が自動車事業への進出に際して、自動車用ゴム部品の開発にも着手し、そのゴム部品製造部門が豊田合成の事業の原点となった歴史を踏まえて企画されました。そしてこの特別展は、ゴムや合成樹脂、化学繊維といった様々な高分子材料が広く「モノづくり」に利用されている有用性を、小学生をはじめとする若い方々に、実験や実演を通して体験しながらご理解いただくことを目的としています。

豊田喜一郎は昭和8（1933）年9月に豊田自動織機製作所に自動車部を設置して、国産自動車の開発を始めました。当時の日本には総合工業としての自動車産業を確立するだけの技術的な基盤がなく、材料の特殊鋼や加工のための工作機械も自社で開発し、電装品やゴム部品など全く経験のない技術分野にも挑戦しました。

ゴム部品の研究、試作は豊田自動織機製作所の製鋼研究所化学試験室で開始され、後に小規模ながらゴム部品専用工場が設置されてタイヤまで試作するようになりました。その製造部門がトヨタ自動車の刈谷工場ゴム課となり、戦時中、商工省の勧告により国華工業（株）と合併し戦後分離、独立して名古屋ゴム（株）〔当社の旧名称〕になりました。

一方豊田系事業では、国際関係悪化に伴う繊維原料自給のため、旧豊田紡織（株）が昭和7（1932）年に庄内川レーヨン（株）〔後に東洋レーヨンと合併、現東レ愛知工場〕を設立、（株）庄内川染工所〔昭和3（1928）年設立、豊田平吉社長〕の化学技術者の協力でレーヨンを生産し、化学事業の分野にも進出するようになっていました。

そのような中でゴム部品製造では、ステアリング・ホイールの材料を輸入に依存する硬化ゴム（エボナイト）から国産原料の酢酸セルロースに転換する研究を進めて試作に成功し、合成樹脂部品の製造も行われて今日の樹脂成形技術の基礎が築かれていきました。

高分子材料は天然ゴムなどの天然材料から合成材料に変わり、新たな材料が次々と開発され、その用途や加工方法も多岐にわたっております。トヨタグループの高分子系材料部品を専門とする当社といたしましては、環境に調和しながら、自動車がさらに強く、軽く、美しくなるよう新技術の開発に努めてまいりたいと存じます。

記念館トピック

第5回夏休みワークショップ

産業技術記念館恒例の「夏休みワークショップ」が7月31日、8月1日、8月7日、8日に開催されました。

今年は館内特設会場での開催でしたが、4日間で3,193人の子供達やご家族が来場されました。また工作の後に館内を見学する姿が多く見られました。



模型飛行機

“ノリがかわくまで、好きな色を塗って”



高く高く上がれ！



気分は職人さん。
“初めてのヤスリかけ”

ミニシリダブロック
のペイント



“あと底をつければペン立ての完成”

屋外レストラン（7月27日～8月8日）



今年はフラメンコを楽しんでいただきました。



夕暮れとともにムードも一層盛り上がりました。

ワークショップのメニュー

模型飛行機

イブー人形のキーホルダー

ミニシリンドロブロックのペン立て

デニムのリュックサック

発電棒

有松・鳴海絞りのハンカチ

発電棒



“コイル巻き”これがなかなかむづかしい。



“ダイオードをつけて出来上がり”

“金具つけがちょっと大変”



イブー人形のキーホルダー



“接着剤でイブー完成”

デニムのリュックサック

“ししゅう文字のデザイン選び”



真剣そのもの！



有松・鳴海絞りのハンカチ

“はじめも大事”



思い通りの模様ができたかな？

新展示物紹介

自動車館

— 自動車技術・材料技術の変遷コーナー —



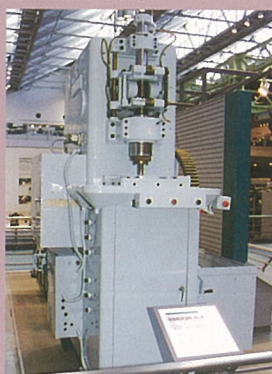
「ライツ大型金属顕微鏡」
鉄鋼材料組織の写真撮影用として1962年にトヨタ自動車が導入した大型金属顕微鏡MM5型で、撮影と同時に、大型スクリーンで観察できる特徴があります。



日本電子製「電子顕微鏡」
1967年に、豊田中央研究所が初めて導入した電子顕微鏡JEM-150型でトヨタグループの金属材料の基礎研究に使われました。

— 生産技術・鍛造コーナー —

「複動粉末成形プレス」
1972年にトヨタ自動車の三好工場に導入された40トンプレス機で小物焼結部品の粉末成形用に用いられました。



テクノランド



「差動歯車装置を使ったフルタイム4WDのしくみ」

フルタイム4WD（4輪駆動）車に使われている差動歯車装置（デフ）の働きを、2種類の模型で「走る」「タイヤの空回り」「空回りからの脱出」「曲がる」のそれぞれをハンドルを回して体験してもらうものです。

特別展特集「自動車と高分子材料—強く・軽く・美しく—」

平成11年10月1日(金)～11月7日(日) 産業技術記念館特設会場



豊田喜一郎(1894～1952)

はじめに

トヨタ自動車の創業者である豊田喜一郎は、昭和8年(1933)に(株)豊田自動織機製作所内に自動車部を設立し、自動車の試作を開始しました。しかし、当時の日本には総合工業としての自動車産業を確立するのに必要な技術的基盤がなく、材料の特殊鋼や加工のための工作機械を社内で開発、電装品やゴム部品など未経験分野の技術開発にも取組み、自助努力によって基礎から自動車技術を確立していきました。

今回の特別展「自動車と高分子材料—強く・軽く・美しく—」はそのような歴史を踏まえて企画されたもので、いろいろな実験、体験を通して高分子材料のさまざまな性質や特長と、それが幅広く「モノづくり」に利用されている有用性を、特に若い人々にお伝えするために開催いたしました。

現在自動車の開発では、人と環境に調和した“人と地球にやさしい車づくり”を目指しています。車本来の「走る」「曲がる」「止まる」といった基本性能の向上はもとより、安全性・快適性の向上、低燃費のための軽量化などが求められ、ゴム、プラスチック、合成繊維などの高分子材料の、金属にはない優れた特性や機能を活かした自動車部品への用途はますます広がっています。一方、省資源や環境保護の観点からそのリサイクルも課題となっており、自動車の製造に欠かせなくなった高分子材料技術の一層の進化が望まれています。

喜一郎をはじめとする創業期の人々が研究に着手したゴム部品に始まる高分子材料技術が、多くの先人たちの「研究と創造の精神」によって進歩してきたその素晴らしさを若い人々にご理解いただき、さらにその精神を将来に引き継いでいただけることを期待しております。

高分子材料に関する喜一郎の考え方

豊田喜一郎は、「自動車の製作に当たって何が一番大切であるかと申しますと、云う迄もなく材料問題であります。材料問題を解決せずして自動車の製造に取掛かる事は、土台を作らずして家を建てる様なものであります」<昭和12年(1937)発行トヨタ自動車躍進譜>と述べています。

製造業にとって材料は不可欠であり、喜一郎は自動車に進出する前年の昭和7年(1932)には、戦時色の強まる中で繊維業の繊維材料自給のために化学繊維に着目して庄内川レーヨン(株)を他の紡績会社に先駆けて設立、同年には「人造繊維製造装置」の実用新案を出願するなど、高分子材料技術にも意欲的に取組みました。

また国産自動車工業確立のため、昭和9年(1934)には製鋼所を設置して特殊鋼の開発に着手しました。その製鋼所に付帯する研究所には、ゴム分析室、ゴム機械試験室、塗料試験室、塗料物理試験室、油及び燃料試験室などの研究施設が設けられて、高分子材料であるゴム、塗料、油脂類などの研究が行われました。

喜一郎は「研究だけに終わらず、自分でも作って見よ」との考え方から、油圧ブレーキ用オイル、樹脂塗料、タイヤをはじめとする各種ゴム部品、樹脂部品としてのステアリングホイールなどの試作も進めさせ、それらの製品は設備が整ったものから順次実用化され、高分子材料部品の基礎技術が築かれていきました。



トヨタ自動車躍進譜

豊田喜一郎年譜	
年号	主な事柄
1894年	静岡景浜郡古津村(静岡県湖西市)に誕生
1913年	明治27年 明倫中学校(名古屋市)卒業
1917年	第二高等学校(名古屋市)卒業
1920年	東京帝国大学工学部機械工学科卒業
1921年	豊田自動織機製作所設立、常務取締役・技術部長に就任
1922年	英国プラット社の自動織機の特許交渉のため渡英、欧米自動車工業視察
1923年	父佐吉逝去
1924年	ハイドラフリック精紡機完成
1925年	庄内川レーヨン(株)設立、常務取締役に就任、人造繊維製造装置(登録実用新案20582号)出願
1926年	豊田自動織機製作所内に自動車部設置、自動車試作開始
1927年	自動車試作工場・製鋼所完成、製鋼部A1型試作完成、G1型トラック発売
1928年	自動車部独立工場(現トヨタ車体刈谷工場)完成
1929年	A型乗用車、G型トラック発売
1930年	トヨタ自動車工業株式会社に就任、スパーハイドラフリック精紡機完成
1931年	挙母工場・現本社工場完成
1932年	G型乗用車試作完成
1933年	豊田製鋼所(現愛知製鋼)設立、副社長に就任
1934年	(財)豊田理化学研究所東京設立、理事長に就任
1935年	トヨタ自動車工業社長に就任
1936年	国策により庄内川レーヨンに吸収合併、両社役員を辞任
1937年	商工省の勧告により刈谷工場・現本社を分離して豊田工業(株)と合併
1938年	高島屋・阪田所有の国華工業株式をトヨタが譲受け、取締役に就任
1939年	A型四輪駆動車の試作完成
1940年	トヨタ車体(株)社長に就任
1941年	トヨタ自動車工業会長に就任
1942年	人員整理の責任を取ってトヨタ自動車工業の社長を辞任
1943年	東京で個人の研究所を設置、小型乗用車の研究に専念
1944年	トヨタ自動車工業の社長復帰直前に逝去
豊田合成株式会社あゆみ	
年号	主な事柄
1909年	豊田佐吉(豊田織機製作所)を設立
1913年	後に菊井織機(現豊田合成)を設立
1933年	豊田自動織機製作所に自動車部を設置、試作車の設計開始
1934年	豊田自動織機製作所に製鋼部設置
1935年	自動車試作工場・製鋼所完成
1936年	自動車部独立工場(現トヨタ車体刈谷工場)完成
1937年	日本タンロープ(現住友ゴム)の技術者を招聘してタイヤの試作開始
1938年	豊田自動織機製作所自動車部が分離独立、ゴム部品研究部門をトヨタ自動車に移管
1939年	トヨタ自動車工業(株)完成、自動車製造設備を刈谷から挙母に移設
1940年	ゴム部品研究部門が研究部刈谷出張所(研究係、製作係、工機係)で構成となる
1941年	刈谷工場(現本社工場)に移転
1942年	研究部刈谷出張所を刈谷工場に改称、タイヤ製造設備を中国天津の怡和洋行にほうぐみ工場へ移設
1943年	商工省の勧告により刈谷工場を分離して国華工業(株)と合併
1944年	刈谷工場・現本社工場を菊井織機の工場に移設、国華工業(株)工場を豊田工場に改称、国華工業(株)工場を三河産産足、国華工業(株)工場を三河産産足
1945年	国華工業(株)工場を空襲で被爆、戦後復興事業に転換、自動車用ゴム部品を生産
1946年	国華工業(株)工場を5工場に分離独立、名古屋工場・豊田工場・刈谷工場・岡崎工場・豊田工場を分離独立
1947年	第2工場(現刈谷工場)完成
1948年	技術センター完成
1949年	ソフトコック工業(豊田喜一郎設立)を吸収合併、西町工場として開設
1950年	樹脂メッキ製品開発
1951年	樹脂ラジエーターの開発、稲沢工場完成
1952年	社名を豊田合成(株)に変更
1953年	米田事務所開設
1954年	米田事務所開設
1955年	米田事務所開設
1956年	米田事務所開設
1957年	米田事務所開設
1958年	米田事務所開設
1959年	米田事務所開設
1960年	米田事務所開設
1961年	米田事務所開設
1962年	米田事務所開設
1963年	米田事務所開設
1964年	米田事務所開設
1965年	米田事務所開設
1966年	米田事務所開設
1967年	米田事務所開設
1968年	米田事務所開設
1969年	米田事務所開設
1970年	米田事務所開設
1971年	米田事務所開設
1972年	米田事務所開設
1973年	米田事務所開設
1974年	米田事務所開設
1975年	米田事務所開設
1976年	米田事務所開設
1977年	米田事務所開設
1978年	米田事務所開設
1979年	米田事務所開設
1980年	米田事務所開設
1981年	米田事務所開設
1982年	米田事務所開設
1983年	米田事務所開設
1984年	米田事務所開設
1985年	米田事務所開設
1986年	米田事務所開設
1987年	米田事務所開設
1988年	米田事務所開設
1989年	米田事務所開設
1990年	米田事務所開設
1991年	米田事務所開設
1992年	米田事務所開設
1993年	米田事務所開設
1994年	米田事務所開設
1995年	米田事務所開設
1996年	米田事務所開設
1997年	米田事務所開設
1998年	米田事務所開設
1999年	米田事務所開設
豊田紡織株式会社あゆみ	
年号	主な事柄
1918年	豊田佐吉(豊田織機)を設立
1923年	刈谷試験工場(現刈谷工場)完成
1924年	刈谷試験工場に紡績部門新設
1925年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1926年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1927年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1928年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1929年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1930年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1931年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1932年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1933年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1934年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1935年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1936年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1937年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1938年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1939年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1940年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1941年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1942年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1943年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1944年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1945年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1946年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1947年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1948年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1949年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1950年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1951年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1952年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1953年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1954年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1955年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1956年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1957年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1958年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1959年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1960年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1961年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1962年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1963年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1964年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1965年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1966年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1967年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1968年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1969年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1970年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1971年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1972年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1973年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1974年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1975年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1976年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1977年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1978年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1979年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1980年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1981年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1982年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1983年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1984年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1985年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1986年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1987年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1988年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1989年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1990年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1991年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1992年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1993年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1994年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1995年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1996年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1997年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1998年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立
1999年	同工場内に豊田自動織機製作所を設立

世界

1833 プランコネ (仏) ニトロセルロースの発見 1839 バイン (仏) セルロースを分離、グッディヤー (米) ゴムのイオウによる熱加硫の発見 1845 ションバイン (スイス) 硝酸セルロースの工業的製法開発 1869 ハイアット (米) セルロイドの発見 1880 カールバウム (スイス) メタクリル酸メチルの重合 1884 シャルドネ (仏) レーヨンの発見 1901 スミス (英) アルキド樹脂の発見 1909 ベークランド (米) フェノール樹脂の発見 1921 ポラック (オーストリア) 尿素樹脂の発見、ブッフホルツ社 (独) 射出成形機の発明 1926 シュタウジンガー (独) セルロースの巨大分子構造説の発表 1930 カスタン (スイス)、グリーン (米) エポキシ樹脂の合成 1931 PVCの工業化 (独) 1933 フォーセット (英) PEの発明 1938 ガロザース (米) PAの発明 1941 フローリー (米) 高分子溶液論の発表、ブラッドレー (英) ポリエステルの発明 1942 フッ素樹脂の生産 1943 シリコーン樹脂の生産 1948 アクリル樹脂の生産、ABS樹脂の生産 1952 チェグラー (独) 低圧PEの合成 1953 ワトソン、クリッギ (英) DNAの2重らせん構造の発表 1955 ナッタ (伊) PPの発明 1956 モンテカチーニ社 (伊) EPDMの合成 1973 デュポン社 (米) 高弾性アアラミド繊維の開発	
---	--

日本

1910 東京にセルロイド工場が完成 1914 フェノール樹脂の生産 1925 ニトロセルロースラッカーの生産 1929 ユリア樹脂の生産 1938 メタクリル樹脂の生産 1939 桜田一郎 ビニロン (ポリビニルアルコール) 繊維の発明 1941 PVCの生産 1941 IPSの生産 1942 合成ゴムの生産 1951 PAの生産 1958 PEの生産 1962 PPの生産 AS、ABS、シリコーン樹脂、フッ素樹脂の生産 1977 白川 (日)、マクダミド (米) ポリアセチレンの高導電性の発見	
---	--

科学

1662 ボイル (英) ボイルの法則の発見 1687 ニュートン (英) 万有引力の法則の発見 1772 ラバアジェ (仏) 質量保存の法則の発見 1794 ダーウィン (英) 生物進化説の発表 1799 ボルタ (伊) 電池の発明 1803 ドルトン (英) 原子説の発表 1811 アボガドロ (伊) 分子説の発表 1811 オーム (独) オームの法則の発見 1811 マイヤ (独) エネルギー保存の法則の発見 1858 ケクレ (独) ベンゼンの六角構造の発表 1865 メンデル (オーストリア) 遺伝法則の発見 1869 メンデルレーフ (露) 元素の周期律の発見 1885 バスツール (仏) ワクチンの発見 1897 トムソン (英) 電子の発見 1912 ラウエ (独) 結晶のX線解析の発見 1913 ボーア (デンマーク) 原子模型の発表 1915 アインシュタイン (独) 一般相対性理論の発表 1926 シュレーディンガー (オーストリア) 量子力学の完成 1927 ハイゼンベルグ (独) 不確定性原理の発表 1929 アインシュタイン (独) 統一場理論の発表 1948 ショックレー (米) ドランジスタの発明	
--	--

OPE: ポリエチレン
 OPS: ポリスチレン
 OABS: アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン樹脂
 OAS: アクリロニトリル・スチレン樹脂
 OPP: ポリアプロピレン
 OPA: ナイロン樹脂
 OEPDM: エチレン・プロピレンゴム
 ODNA: デオキシポリ糖

1930

1940

1950

1960

1970

1980

1990

2000

特徴

基礎技術確立
高速性能向上
省エネルギー
安全・騒音・排気技術
高性能化・多様化
環境・安全

プラスチック

●エポナイトハンドル

●ベークライトカムギヤ
●ベークライトディストリビュータキャップ

●圧縮成形酢酸セルロースハンドル
●FRPルーフラパネル

●スラブウレタン接着天井
●PEホイルキルキャップ

●グロウ成形
●PPハンドル

●ウレタン発泡
●FRPエンジンカバー

●PEウオッシュヤンク
●ABSラジエーターグリル

●エネルギー吸収バンパ
●PPファン

●FRPホイルキルキャップ
●エラストマカラーバンパ

●FRP圧縮成形
●FRPラジエーターグリル

●エネルギー吸収バンパ
●PPファン

●FRPホイルキルキャップ
●エラストマカラーバンパ

●FRP圧縮成形
●FRPラジエーターグリル

●エネルギー吸収バンパ
●PPファン

●FRPホイルキルキャップ
●エラストマカラーバンパ

●FRP圧縮成形
●FRPラジエーターグリル

●エネルギー吸収バンパ
●PPファン

●FRPホイルキルキャップ
●エラストマカラーバンパ

●FRP圧縮成形
●FRPラジエーターグリル

●エネルギー吸収バンパ
●PPファン

塗料

●焼付エナメル
●ラッカー
●5層塗装

●スプレーガン (カップ付)
●赤外乾燥炉

●水洗ブース
●エアスプレーガン

●熱風乾燥炉
●熱硬化アクリル塗料

●アノニオン電着塗料
●自動水研

●2C1Bメタリック
●パール塗装

●静電塗装
●スーパーカラー (ホワイト、レッド)

●パール静電塗装
●カチオン電着塗料

●水性メタリックベークス塗料
●ボールマイグ塗料

●ハインリッヒ中・上塗り塗料
●外装意匠 (MIO、グラファイト、アーゼンタムマイカ)

●インクジェット塗装
●4コート塗装

●耐汚染性向上塗料
●耐すり傷性向上塗料

●耐紫外線性向上塗料
●耐熱性向上塗料

●水性メタリックベークス塗料
●カチオン電着塗料

ゴム

●ブレキホース
●ラジエーターホース

●ウェザーストリップ
●フェューエルホース

●ゴムばね
●ピストンカップ

●硬質ゴムフロート
●耐熱エンジンマウント

●耐熱エンジンマウント
●耐熱エンジンマウント

●耐熱エンジンマウント
●耐熱エンジンマウント

●耐熱エンジンマウント
●耐熱エンジンマウント

●耐熱エンジンマウント
●耐熱エンジンマウント

●耐熱エンジンマウント
●耐熱エンジンマウント

●耐熱エンジンマウント
●耐熱エンジンマウント

●耐熱エンジンマウント
●耐熱エンジンマウント

タイヤ

●テキスタイルバイアスタイヤ
●スノータイヤ

●スパイクタイヤ
●チュープレスタイヤ

●デキスタイルラジアルタイヤ
●ホースの押し出し・ブレード同時成形

●EPDM植毛グラストラン
●TPE CVJブーツ

●TPE CVJブーツ
●耐油耐候性燃料ホース

●耐油耐候性燃料ホース
●耐油耐候性燃料ホース

●耐油耐候性燃料ホース
●耐油耐候性燃料ホース

●耐油耐候性燃料ホース
●耐油耐候性燃料ホース

繊維

●羊毛繊維 (シート表皮)
●レーヨン (ビスコース)

●皮革 (ガスケットなど)
●PVCレザー表皮

●皮革 (ガスケットなど)
●PVCレザー表皮

●皮革 (ガスケットなど)
●PVCレザー表皮

●皮革 (ガスケットなど)
●PVCレザー表皮

●皮革 (ガスケットなど)
●PVCレザー表皮

接着剤

●アスファルト含浸ボード
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

その他

●アスファルト含浸ボード
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

●アスファルトシート
●アスファルトシート

高分子の要素技術

1.高分子とは

物質は原子という非常に小さな粒子から成り立っており、その原子がつながり分子になる。物質には有機物と無機物があり、無機物にはガラスなどのセラミックスや鉄などの金属がある。有機物は基本的には炭素原子と水素原子からなり、その炭素原子が長くつながったものが高分子である。プラスチック（樹脂）やゴムは高分子の1種である。高分子は原子が繰り返してつながった1分子（巨大分子）である。この考え方は20世紀はじめ頃に発見された。その分子量は小さいもので1000、大きいもので1億程度までである。人間のDNA^{※1}は100億程度と言われている。一方、高分子材料は分子量の異なる物質の集合体であり、長い高分子鎖は互いにかみあひ、影響しあうことによって、高分子の特性を出している。高分子工業は近年急速に発展し、従来、天然物から得ていた高分子が人工的に合成されるようになり、今では我々の生活になくてはならないものになっている。

近年の合成高分子は、性質や用途により分類できる。熱可塑性樹脂は最も広く使用されているが、熱によって融けて（柔らかくなって）、いろいろな形にできる。例えば、買い物袋に使われているポリエチレンや自動車のバンパに使われるポリプロピレン、ストッキングに使われるナイロンなどがその代表である。熱硬化性樹脂は熱により、硬くなってしまいう樹脂のことである。例えば自動車に使われている塗料などがその代表である。その他に自動車のタイヤやホース、チューブに使われるゴム、洋服や自動車のシートに使われる繊維、自動車になくてはならない接着剤も高分子である。

また、高分子固体には分子鎖が整列していない非晶性のものから、一部分の分子鎖が整列して結晶化したものまで、様々な状態のものがある。一般に使用されているのは、結晶化度30～70%のものであり、結晶性が增加するほど、不透明となる。また、結晶部分が力学的強度を支えるのに対し、非晶部分が高分子の柔軟性、耐衝撃性、耐疲労性、染色性などに寄与し、両部分が相補って加工性、多様性を特徴とする高分子材料を形成している。

高分子は一般に引っ張るとよく伸びる。しかし、ガラスは原子が3次元的に結合しているため、力を加えても伸びることができず、壊れる。金属が力を加えると伸びるのは、高分子と異なり金属原子間ですべりが生じるためである。このように物質の特徴をよく理解して、自動車用に最適な材料を選んで使用している。

※1 DNA=デオキシリボ核酸

2.高分子の生い立ち

プラスチック、合成ゴムの最初の原料は石油である。石油は多くの成分からなる混合物で、各成分の沸点の差を利用して分離精製が行われる。この中でナフサ（粗製ガソリン）と呼ばれる成分がプラスチックや合成ゴムの原料になる。ナフサは分解塔中で800℃以上の温度で熱分解され、そのあと分留塔でエチレンやプロピレンといった化学原料に分離精製される。エチレンやプロピレンは重合装置の中で触媒と呼ばれる薬品と一緒に加熱されポリエチレン、ポリプロピレンといったプラスチックになる。自動車によく使用されているEPDM^{※2}という合成ゴムも主成分はエチレンとプロピレンである。重合後の高分子材料は通常粉末やエマルジョン（乳濁液）の状態であるが、取り扱いやすくするためにペレットと呼ばれる米粒のような形状やブロック形状に加工され、その後いろいろな形に成形される。

タイヤに多く使われている天然ゴムは、ゴムの樹から得られる乳液（ラテックス）を原料とする。ゴムの樹の樹皮に傷を付けるとゴムを30%含むラテックスが流出する。ラテックスに安定剤、凝固剤を加えシート状に加工し乾燥したものが生ゴムで、カーボンブラック（補強材）、硫黄（加硫剤）などが練り込まれ、成形後加熱され、タイヤなどのゴム製品ができる。

合成繊維（ポリエステル、ナイロン等）も最初の原料は石油である。プラスチックと同じように重合後、ペレットとした後、紡糸という工程により繊維にする。大量生産する場合は重合と紡糸を一度に行い繊維化する。繊維は連続したフィラメント（長繊維）と、ある長さに切断されたステイプル（短繊維）とに分けられる。その後、各種加工工程により織物、編物に適した糸ができる。

一方古くから利用されている天然繊維（綿、絹、麻、羊毛等）は原料から不純物を取り除き、紡績工程等により糸にする。また、半合成繊維（レーヨン等）は木材パルプを溶解、紡糸して繊維にした後、合成繊維同様、糸に加工する。

※2 EPDM=エチレン・プロピレンゴム

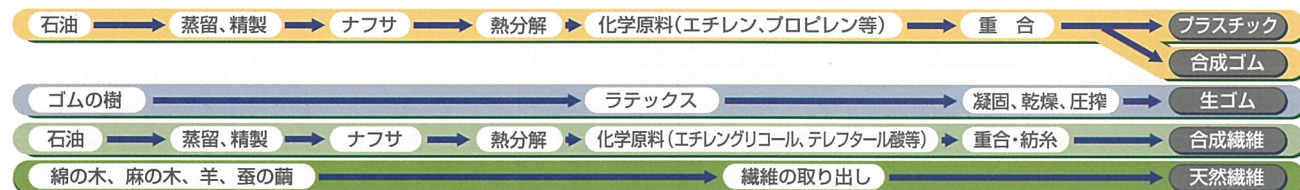


図4：高分子生成の流れ図

3.高分子の物性

(1) 高分子は強い

通常のプラスチックの強さは数十MPaで、鉄の約1/10である。しかし、これらプラスチックも繊維にし、しかも工夫することによって強くすることができる。強くする基本は、弱さの原因となるあらゆる欠陥を取り除くことである。高分子繊維では、繊維方向に最大の力学特性が得られるように、原子を結びつける方法の一つである共有結合でつながる分子鎖を繊維軸方向に並べた、伸びきり鎖構造を形成させる方法がとられている。この方法には①分子が曲がりやすい柔軟な分子鎖を利用する方法②分子が曲がりにくい剛直な分子鎖を利用する方法の二通りがあり、超延伸ポリエチレンでは①が、PBO^{※3}では②が用いられ、現在ある最強の炭素繊維に近いそれぞれ6,600および5,500MPaの引張り強さが得られている。

※3 PBO=パラフェニレンビスオキサゾール

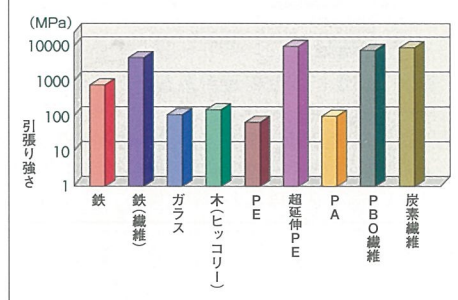


図5：各種材料の引張り強さ

(2) 高分子は軽い

通常、プラスチックの比重は1~1.5で鉄の1/5~1/8である。鉄のような金属では重い金属原子が規則正しく並び、緻密な結晶構造を持っているのに対し、プラスチックの場合は繊維状の高分子がゆるやかにからみあった構造になっているため、この比重の差となっている(図6)。

更にプラスチックは発泡剤と呼ばれる薬品により簡単に発泡することができるため、比重が0.01のものを作ることでもでき、断熱材、梱包材に幅広く使われている。

ゴムは補強のためカーボンブラックなどの無機物を加えるため、比重は1.5以上のものもある。ゴムもやはり発泡することができ、比重が0.5以下の発泡ゴムはシール用などに使われている。

(3) 柔軟な高分子、剛直な高分子

力を加えた時に伸び易いか、伸びにくい(剛直)かは弾性定数の大きさと形状の効果で決まる(図7)。高分子を構成する分子やその構造によって、弾性定数は大きく変化する。例えば、ゴムは伸び縮みしやすい分子で構成されているために柔軟な性質を持っている。剛直な分子と柔軟な分子を巧妙に組合せ、ウレタンはハンドル用材料として使われている。

一方、剛直な高分子の代表格はカーボン繊維で、炭素の微結晶を繊維軸方向に並べてゴムの約40万倍も高い弾性定数を得ている。カーボン繊維をエポキシ樹脂と複合化したものは、比弾性(弾性率/比重)が鉄より大きいため、軽く強い材料として航空機やスポーツ用具に幅広く使われている。但し、この複合材料は鉄と異なり強度の方向依存性が大いことから、設計上の工夫が必要である。

ナイロンなど普通に使うプラスチックの弾性定数は鋼の約1/100、ゴムの約1000倍である。蜂の巣状のハニカムは形状の効果を利用し、軽く、剛性の高い構造となっている。

(4) 縮む・伸びる高分子

高分子材料を一定の温度でむりやり引き伸ばし、そのまま冷却すると伸ばされたままの形状を保つ。これを「延伸」という。延伸した高分子材料に再び熱を加えると、延伸する前の寸法まで収縮する。これを熱収縮といい、原理は図8のように延伸により直線状に伸ばされた高分子結晶が、熱により折り畳み構造(元の状態)になるため、といわれている。

このような収縮する性質を生かした高分子材料は食品の包装、電線の被覆、物干し竿の保護チューブなどに幅広く利用されている。また、ポリウレタン弾性糸のように、ゴムと同じように糸の分子構造自体が伸び縮みし、ごく細い繊維で耐久性も優れた高分子がある。

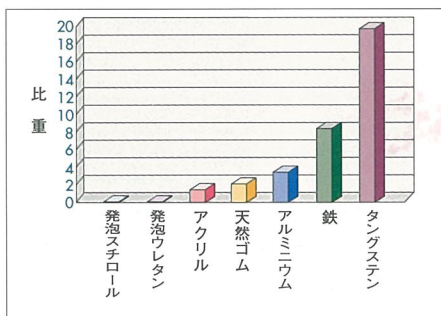


図6: 各種材料の比重

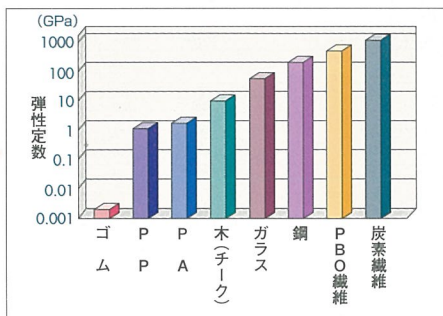


図7: 各種材料の弾性定数

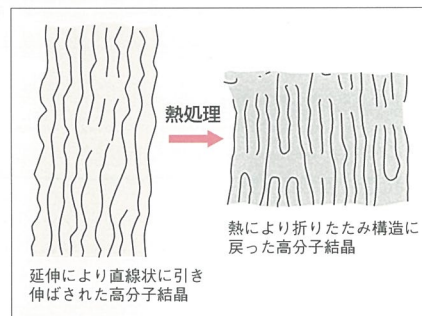


図8: 熱収縮の原理

4.高分子の特性 (応用)

(1) 光と高分子

高分子にはポリカーボネート(PC)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)に代表される透明樹脂とポリプロピレンのような不透明樹脂がある。材料が透明であるためには屈折率が低い(表面での反射が小さい)、光の吸収が少ない、均質で光の散乱損失が少ないといった性質が必要で、PCやPMMAはこれらを満たしているために透明性が高い。

透明樹脂はガラスと異なり成形加工性が良いためメガネレンズ、フレネルレンズのような光学レンズ、更にコンパクトディスクやデジタルビデオディスクのような記録メディア、近距離用の光ファイバ等身近なところで多く使われている。自動車部品でもヘッドランプレンズ、メタカバーなどに透明なPCが使われており、軽量化のために窓ガラスの樹脂化も検討されている。

プラスチック光ファイバの構造は、高純度メタクリル樹脂(ポリメチルメタクリレートPMMA)のコア(芯材)を特殊フッ素樹脂のうすいクラッド(鞘材)で取り囲んだ二重構造の円型断面である。クラッドは、コアよりも低い屈折率をもつため、一端から入射した光はコア/クラッド界面で全反射しながら進行し、他端から放射される。無機ガラスの光ファイバは折れやすい、端面の研磨が必要である、重く加工が難しいなど取り扱いには専門的技術が必要であるが、プラスチック光ファイバは、取り扱いが容易である。

図9: 光ファイバの原理図

(2) 熱と高分子

物質の内部に温度の差があると、水が高いところから低いところへ流れるように、熱エネルギーも高温側から低温側へ輸送される。熱エネルギーは、物質を構成する原子や電子の運動エネルギーである。熱の伝わり方には、伝導、対流、放射の3つの形があり、物の中で熱が伝わるのは、3種類のうち、伝導による。その仕組みは主に自由電子※4によっており、自由電子を多く含む金属では熱は伝わりやすく、含まない高分子では伝わりにくい。

銅の熱伝導率は約400W/m・Kであるが、自由電子のないガラスでは0.75W/m・K、多くのプラスチックでは0.2W/m・K程度である。また、発泡体にするによって、熱伝導率は更に小さくなり発泡ポリウレタンでは0.02W/m・Kと、プラスチックの約1/10である。

※4 自由電子=物質の中にあり、原子核から離れて自由に動き回ることができ、熱や電気を運ぶ性質がある電子

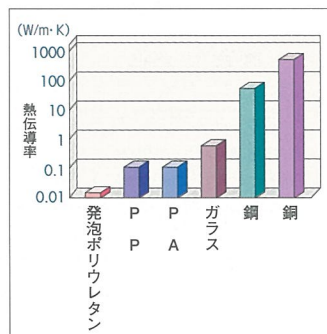


図10: 各種材料の熱伝導率

(3) 電気と高分子

多くの高分子は自由電子を持たないため、電気を通さない絶縁体である。絶縁体には高分子のほか、ガラス、陶器などがある。一方、金属は物質中を自由に移動できる自由電子を持つ導電体である。

高分子材料を導電体にするには、カーボンブラックや金属などの導電性物質を高分子に混ぜ込む方法があり、電気は混ぜ込まれた導電性物質を伝わって流れる。

高分子の中には光が当たると、導電率が数桁以上大きくなるポリビニルカルバゾールがあり、これとセレンとを複合化し、電子写真に使用されたり、熱エネルギーとして消失した電力の尺度である損失誘電率が一般に大きい材料、高周波ミシンによるフィルム融着に使われたりもしている。

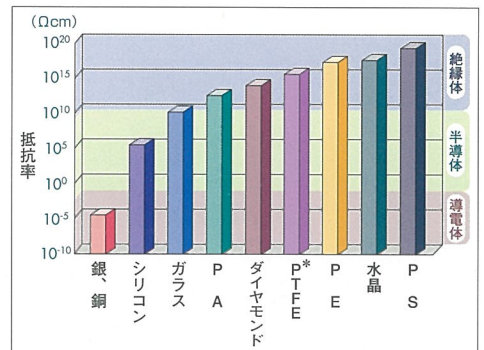


図11：各種材料の抵抗率

*：テフロン

(4) 水と高分子

高分子には高い吸水性を示すものや水に溶けるものもある。これらはポリアクリル酸ナトリウム塩やポリビニルアルコールのように、水と仲の良いカルボキシル基^{※5}や水酸基^{※6}のような親水基を多く持っているため、水を加えると水を網目の中に取り込んで膨張したり、溶け易くなる。取り込まれた水は、乾燥によって徐々に出てくるため、繰り返し何度でも使用できる。吸水量は、多いもので自重の3300倍、通常の水道水で80倍、生理的食塩水（人の汗と同じ）で45倍あり、約1分間で100%の能力を発揮する。衛生材料（オムツ）など多種多様に使われている。

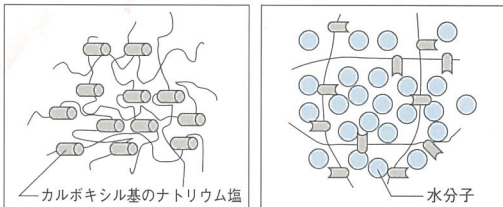


図12：吸水性高分子

高分子の中には、水をはじく撥水性高分子もある。撥水性は①表面分子構造と②表面形態に依存している。テフロンのようなC-F結合を多く含む化合物は①の例で、自然界の蓮の葉に見られるような、突起物は②の例である。突起物の凹部分に空気層ができ、空気のできで水をはじき出すため、撥水性が向上する。①と②を制御することにより、極限値に近い撥水性が近年実現している。

※5 カルボキシル基=COOH原子からなる一定の特性を示す原子基団の一つ

※6 水酸基=OH原子からなる一定の特性を示す原子基団の一つ



写真1：蓮の葉表面の拡大写真

突起物の凹部分に空気層ができ、空気のできで水をはじき出すため、撥水性が向上する。①と②を制御することにより、極限値に近い撥水性が近年実現している。

(5) 振動と高分子

物が振れ動くことを振動といい、振動を伝えにくくすることを防振という。車のエンジンとボデーの間にはエンジンマウントという防振ゴムがあり、振動を伝わりにくくしている。防振するためには、柔らかいバネで吊ったり支えたりすればよいが、動きがゆっくりになると、急に振れが大きくなる共振という現象がある。これを抑えるには減衰力という力が必要で、振動エネルギーを熱エネルギーに変え、振動を小さくする。金属のバネはこの減衰力が小さく、共振を止めるのは難しいが、ゴムは振動吸収と減衰力を併せ持っているため、エンジンマウントに使われている。

(6) 変身する高分子

高分子を多種多様に使うために、高分子を変身させる技術が開発されてきた。

●メッキ

樹脂を金属のように見せるため、樹脂にメッキが行われる。もともとプラスチックは電気を通さないため、電気メッキをするには導電体（電気を通す物体）にする必要がある。そのために、前処理という工程が必要である。まず、ABS

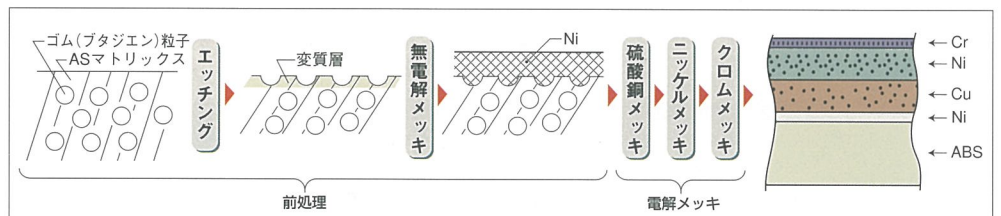


図13：樹脂メッキの工程

樹脂成形品表面の油を除いた後、クロム酸と硫酸との混合液に浸漬し、クロム硫酸液の強い酸化作用によって、ABS樹脂の成分であるブタジエンを酸化して溶出させ、表面に無数の細かい孔をあける（エッチング）。次に塩化パラジウムと塩化スズの水溶液中でパラジウムを付着させ、ついで無電解メッキでニッケルメッキをする。ここまでは前処理で、これ以降は普通の電解メッキ法でニッケルやクロムをつける。

●木目調

木目調は高級感があるが、本物の木は自動車のように温度や振動が厳しいところで使うにはさまざまな工夫が必要である。従って、多くは木目調に化粧したプラスチックが使われている。

水溶性フィルムに木目柄をグラビア印刷した後、特殊処理を施し、インキを活性化させる。フィルムを水面上に浮かべ、プライマ、カラーベース塗装した基材を押し当てて絵柄を転写する。不要となった水溶性フィルムを水洗除去した後、乾燥させ、表面保護のため透明な塗装をすることによって、木目調プラスチックを得ている。

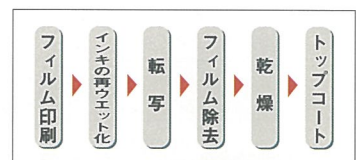


図14：木目調プラスチックの製造工程

●人工皮革

髪の毛の太さの約50分の1という超極細繊維の糸が絡み合って三次元的な不織布が作られている。この繊維1本の中には多数のポリエステル繊維が密に平行に入っており、断面はいわば「海と島」に分けられている。この繊維をシート化、収縮・補強した後、特殊な溶剤で「海成分」を溶かし、表面をやすりで研削して、毛羽（ナップ）出しをすることによって、天然スエードと変わらないしっとりとした美しさを持った人工皮革が得られる。

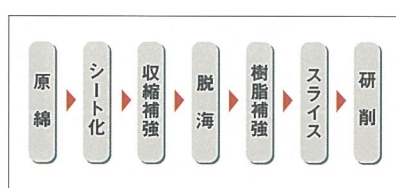


図15：人工皮革の製造工程

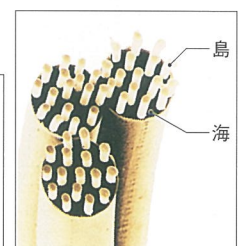


写真2：断面拡大写真

高分子材料の変遷

1. パブリカ・スターレット・ヴィッツに見る高分子材料使用部品の変遷

現在の自動車に使用されている材料は、重量で整理すると鉄・アルミ等金属が約80%、ゴム・樹脂等の高分子材料が約12%と圧倒的に金属材料が多く、自動車は金属の塊と言える。しかし、実際に自動車を眺めてみると、目に入る部品のほとんどが高分子材料でできている。例えば、ボデーには塗料が、内装・外装部品のシート、ドアトリム、バンパ等には、樹脂、繊維が、タイヤ、ドアシール、ホース等にはゴムが使用されており、それぞれ自動車にはなくてはならない重要な役割を果たしている。見方を変え、体積構成比率で見ると、高分子材料は金属材料とほぼ同じ位の構成比率になっている。

今回の特別展では、各年代ごとの高分子材料部品の変遷を実感できるよう、1961年発売のパブリカ、1978年発売のスターレット、1999年発売のヴィッツに採用されている高分子材料部品を立体展示している。ここでは、高分子材料部品の数の変化はもとより、個々の形状の大きさなどを比較しながら見る事ができる。

■パブリカ（1961年発売）

内装部品とシール部品を中心に高分子材料が使用されているが、現代の自動車と比べると、点数は少なく、ゴム部品、シート部品を除くと小物部品が多い。

品名	材質	品名	材質
① ウインドシールドモール	ゴム	②① フロントターンランプ	樹脂
② ウォッシュタンク	樹脂	②② フロントドアウェザーストリップ	ゴム
③ エンジンマウント *	ゴム	②③ フロントドアオープニングトリム	ゴム
④ カウルサイドトリム	樹脂	②④ フロントドアガラスラン	繊維・ゴム
⑤ クォータトリム	樹脂	②⑤ フロントドアトリム	樹脂
⑥ クォータウインドモール	樹脂	②⑥ フロントドアベルトモール	ゴム・繊維
⑦ グラブコンパートメント	樹脂	②⑦ フロントマッドガード	ゴム
⑧ サイドターンランプ	樹脂	②⑧ ベンチレーティングウインドモール	ゴム
⑨ サンバイザ	樹脂	②⑨ ホイールハウスカバー	樹脂
⑩ スイッチノブ	樹脂	②⑩ マスタシリンダ	樹脂・ゴム
⑪ ステアリングホイール	樹脂	②⑪ メータフッド	樹脂
⑫ ダッシュサイレンサ	樹脂・繊維	②⑫ ラゲージマット	樹脂
⑬ ディストリビュータキャップ	樹脂	②⑬ リヤコンビネーションランプ *	樹脂
⑭ デフロスタダクト	樹脂	②⑭ リヤシート	繊維・樹脂
⑮ バックウインドモール	ゴム	②⑮ リヤマッドガード	ゴム
⑯ Vベルト	ゴム・繊維	②⑯ ルーフヘッドライニング	樹脂
⑰ フェルフィルタエレメント	繊維	②⑰ ルーフヘッドライニングモール	樹脂
⑱ ブレーキホース	ゴム・繊維	②⑱ ルームミラー	樹脂
⑲ フロアカーパー	繊維・樹脂	②⑳ 灰皿	樹脂
⑳ フロントシート	繊維・樹脂	④① エアクリナエレメント *	繊維

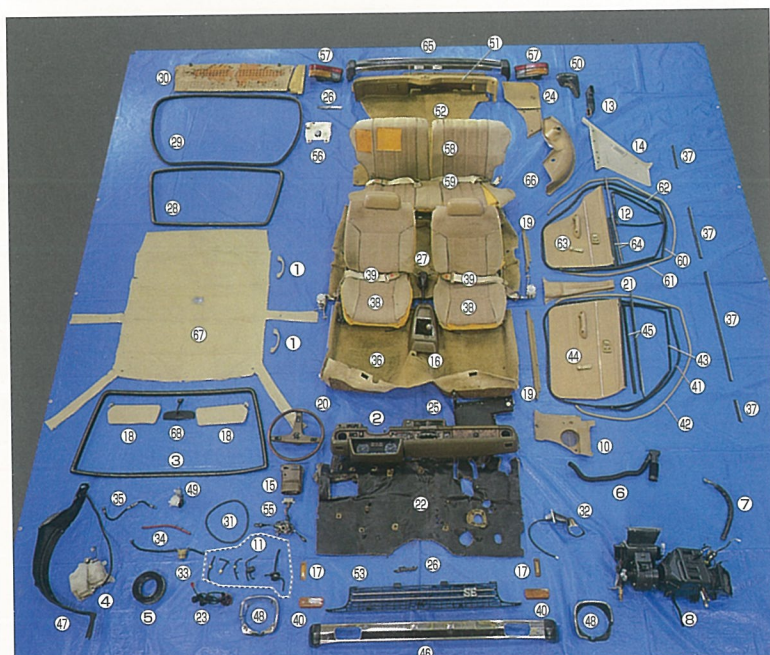


* ③ エンジンマウント、④① エアクリナエレメントはこの写真には入っていません

■スターレット（1978年発売）

インストルメントパネル、コンソールボックス、ラジエータグリル、ランプなどの意匠性を求められる内・外装部品に使われるようになり、使用点数が増えると共に、大型で複雑形状の成形品が使われ始めている。

部品	材質	部品	材質
① アシストグリップ	樹脂	⑤⑤ ブレーキホース	ゴム・繊維
② インストルメントパネル	樹脂	⑤⑥ フロアカーパー	繊維・樹脂
③ ウインドシールドモール	ゴム	⑤⑦ プロテクションモール	樹脂
④ ウォッシュタンク	樹脂	⑤⑧ フロントシート	繊維・樹脂
⑤ エアクリナエレメント	繊維	⑤⑨ フロントシートベルト	繊維・樹脂
⑥ エアコンダクト	樹脂	④⑩ フロントターンランプ	樹脂
⑦ エアコンホース	ゴム	④⑪ フロントドアウェザーストリップ	ゴム
⑧ エアコンユニット	樹脂	④⑫ フロントドアオープニングトリム	樹脂
⑨ エンジンマウント *	ゴム	④⑬ フロントドアガラスラン	ゴム・繊維
⑩ カウルサイドトリム	樹脂	④⑭ フロントドアトリム	樹脂
⑪ キャブレタホース	ゴム	④⑮ フロントドアベルトモール	繊維・樹脂
⑫ クォータウインドモール	ゴム	④⑯ フロントバンパ	ゴム
⑬ クォータダクト	樹脂	④⑰ フロントフェンダライナ	樹脂
⑭ クォータトリム	樹脂	④⑱ ヘッドランプリム	樹脂
⑮ コラムカバー	樹脂	④⑲ マスタシリンダ	樹脂・ゴム
⑯ コンソールボックス	樹脂	⑤① マッドガード	ゴム
⑰ サイドターンランプ	樹脂	⑤② ラゲージトリム	樹脂
⑱ サンバイザ	樹脂	⑤③ ラゲージマット	繊維
⑲ スカッフプレート	樹脂	⑤④ ラジエータグリル	樹脂
⑳ ステアリングホイール	樹脂	⑤⑤ ラジエータファン *	樹脂
㉑ センタビラーガーニッシュ	樹脂	⑤⑥ ランプ及びワイパスイッチ	樹脂
㉒ ダッシュサイレンサ	樹脂・繊維	⑤⑦ リヤウォッシュタンク	樹脂
㉓ ディストリビュータキャップ	樹脂	⑤⑧ リヤコンビネーションランプ	樹脂
㉔ デッキサイドトリム	樹脂	⑤⑨ リヤシート	繊維・樹脂
㉕ トレイ	樹脂	⑤⑩ リヤシートベルト	繊維・樹脂
㉖ ネームプレート	樹脂	⑤⑪ リヤドアウェザーストリップ	ゴム
㉗ パーキングブレーキレバー	樹脂・ゴム	⑤⑫ リヤドアオープニングトリム	樹脂
㉘ バックウインドモール	ゴム	⑤⑬ リヤドアガラスラン	ゴム・繊維
㉙ バックドアウェザーストリップ	ゴム	⑤⑭ リヤドアトリム	樹脂
㉚ パーゲージトレイトリム	樹脂・繊維	⑤⑮ リヤドアベルトモール	繊維・樹脂
㉛ Vベルト	ゴム・繊維	⑤⑯ リヤバンパ	ゴム
㉜ フェンダミラー	樹脂	⑤⑰ リヤホイールハウスカバー	樹脂
㉝ フェルフィルタ	樹脂・ゴム・繊維	⑤⑱ ルーフヘッドライニング	樹脂
㉞ フェルホース	ゴム・繊維	⑤⑲ ルームミラー	樹脂



* ⑨ エンジンマウント、⑤⑤ ラジエータファンはこの写真には入っていません

■ ヴィッツ (1999年発売)

バンパ、インストルメントパネル等、部品が統合されると共に更に大型化し、条件の厳しいエンジンルーム内での使用例が増えている。

品名	材質	品名	材質
① アシストグリップ	樹脂	④① フロアカーベット	繊維、樹脂
② インストルメントパネル	樹脂	④② フロントシート	樹脂、繊維
③ インテークマニホールド	樹脂	④③ フロントシートベルト	繊維、樹脂
④ ウインドシールドモール *	樹脂	④④ フロントドアアウトサイドハンドル	樹脂
⑤ ウォッシャータンク	樹脂	④⑤ フロントドアウェザーストリップ	ゴム
⑥ エアクリーナ	樹脂、繊維	④⑥ フロントドアオープンングトリム	樹脂
⑦ エアコンホース	樹脂、ゴム	④⑦ フロントドアガラスラン	樹脂
⑧ エアコンユニット	樹脂	④⑧ フロントドアアトリム	樹脂、繊維
⑨ エンジンマウント	ゴム	④⑨ フロントドアベルトモール	樹脂
⑩ カウルサイドトリム	樹脂	④⑩ フロントバンパ	樹脂
⑪ カウルシール	樹脂	④⑪ フロントピラーガーニッシュ	樹脂
⑫ カウルルーバー	樹脂	④⑫ フロントフェンダライナ	樹脂
⑬ クォータウインドモール	樹脂	④⑬ ヘッドランプ	樹脂
⑭ クォータピラーガーニッシュ	樹脂	④⑭ ヘッドランプスイッチ	樹脂
⑮ コラムカバー	樹脂	④⑮ ホールキャップ	樹脂
⑯ コンソールボックス	樹脂	④⑯ マスタシリンダ	樹脂、ゴム
⑰ サイドターンランプ	樹脂	④⑰ ラゲージマウント	樹脂
⑱ サイドレールスペーサ	樹脂	④⑱ ラゲージタグリル	樹脂
⑲ サンバイザ	樹脂	④⑲ ラゲージタファン	樹脂
⑳ シフトレバー	樹脂	④㉑ ラック&ピニオンブーツ *	樹脂
㉑ スカッフプレート	樹脂	④㉒ リヤコンビネーションランプ	樹脂
㉒ ステアリングホイール	樹脂	④㉓ リヤサスペンションカバー	樹脂
㉓ スペアタイヤカバー	樹脂	④㉔ リヤシート	樹脂、繊維
㉔ センタピラーアップガーニッシュ	樹脂	④㉕ リヤシートベルト	繊維、樹脂
㉕ センタピラーローガーニッシュ	樹脂	④㉖ リヤドアアウトサイドハンドル	樹脂
㉖ クォータダクト	樹脂、ゴム	④㉗ リヤドアウェザーストリップ	ゴム
㉗ タッシュサイレンサ	樹脂	④㉘ リヤドアオープンングトリム	樹脂
㉘ デッキサイドトリム	樹脂	④㉙ リヤドアガラスラン	樹脂
㉙ ドアミラー	樹脂	④㉚ リヤドアアトリム	樹脂、繊維
㉚ ドアミラーインガーニッシュ	樹脂	④㉛ リヤドアベルトモール	樹脂
㉛ パーキングブレーキレバー	樹脂	④㉜ リヤバンパ	樹脂
㉜ バキュームブレーキホース *	樹脂	④㉝ リヤマッドガード	樹脂
㉝ バックドアウェザーストリップ	ゴム	④㉞ リヤワイバ	樹脂
㉞ バックドアサービスホールカバー	繊維、樹脂	④㉟ ルーフヘッドライニング	樹脂、繊維
㉟ バッケージトレイトリム	繊維、樹脂	⑤① ルーフモール	樹脂
⑤② ヴリブベルト	ゴム、繊維	⑤② ルームミラー	樹脂
⑤③ フェーエルキャップ	樹脂	⑤③ ワイパスイッチ	樹脂
⑤④ フェーエルチューブ	樹脂	⑤④ 等速ジョイントブーツ *	樹脂、ゴム
⑤⑤ フェーエルポンプユニット	樹脂		
⑤⑥ ブレーキホース	ゴム、繊維		



* ④ ウインドシールドモール、② バキュームブレーキホース、④⑩ ラック&ピニオンブーツ、⑤④ 等速ジョイントブーツはこの写真には入っていません

2. 代表的な高分子材料部品の変遷

(1) タイヤの変遷

自動車の性能向上と道路の整備にともなう、タイヤに求められる性能には、耐久性、高速走行時の安全性も加わった。現在は、こうした性能を満たした上で、静かで、かつ転がり抵抗が少ないタイヤが求められている。タイヤはカーカス、その上にベルト、さらに地面に接するトレッドが重なった構造になっている。カーカスとはナイロンなどの繊維でできているコードを張り合わせた層のことで、いわばタイヤの骨格ともいえる部分である。

● 夏用タイヤ (バイアスタイヤ)

バイアスタイヤは、カーカスを構成するコード (ナイロン) がトレッドの中心に対して斜め (英語でバイアスという) に配列されている。タイヤの変形によるゴムの動きが大きいため転がり抵抗が大きく、燃費はあまり良くなく、また発熱するので高速道路を長時間走行することはできなかった。そこで、ラジアルタイヤが開発された。

● 夏用タイヤ (ラジアルタイヤ)

ラジアルタイヤはカーカスを構成するコードがタイヤの断面に沿って並んでおり、さらにトレッド部を締め付けているタイプのタイヤである。トレッド部の変形が少なく、摩擦への抵抗力があって、タイヤが長持ちするほかコードの上にスチールのベルトをかぶせるので操縦安定性、特に高速走行時に優れた性能を発揮することができる。

● 冬用タイヤ (スパイクタイヤ)

スパイクタイヤは、タイヤが地面と接する部分にスタッドと呼ばれるピンを打ち込み、雪道や凍った道でスリップしにくくするために作られたタイヤである。スパイクタイヤは雪解けの季節になると道路を削り、粉塵が舞い上がる、道路を傷つける、騒音などの問題が発生し、現在ではスタッドレスタイヤが使われるようになった。

● 冬用タイヤ (スタッドレスタイヤ)

スタッドレスタイヤとは、文字どおりスタッドのないタイヤのことである。スタッドレスタイヤではタイヤの接地部に低温でも柔らかさを保つ特殊配合ゴムを使い、氷との接触面積を確保し、またトレッドのパターン設計においてもブロックの角が雪を引っかくことで生じる抵抗 (エッジ効果) を増やすなどの工夫をしている。

1936	テキスタイルバイアスタイヤを採用
1954	スノータイヤが登場
1963	スパイクタイヤが登場
1964	チューブレスタイヤを装着
1968	テキスタイルラジアルタイヤを装着
1982	テンポラリータイヤを搭載
1985	スタッドレスタイヤが登場
1993	扁平率40および45パーセントのタイヤ規格化

図16: タイヤ変遷史

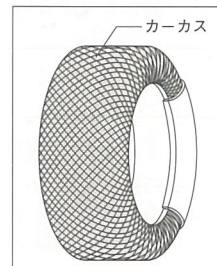


図17: バイアスタイヤ

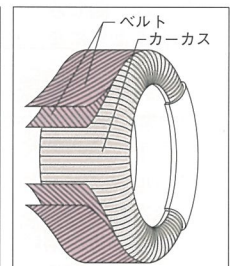


図18: ラジアルタイヤ

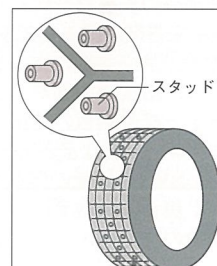


図19: スパイクタイヤ

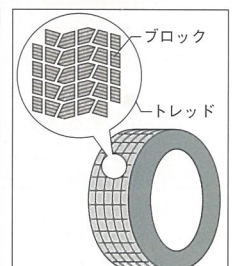


図20: スタッドレスタイヤ

(2) シートファブリックの変遷

自動車のシートに用いられる表皮材（シートファブリック）は、車内で大きな面積を占めており、色、柄、素材などがその車の性格に合うように選ばれている。また、自動車の部品として、長期間にわたって使い続けることができるように、強度、柔軟性、堅牢性、難燃性が要求される。更に、近年では「静電気防止」や「防汚」、「脱臭」、「抗菌」など、ニーズに合わせた新しい機能が付与されている。

●シートファブリックの変遷

当初、一部の高級車以外は人造皮革であるPVC（ポリ塩化ビニル）レザーが多用された。PVCレザーシートは、安価であるが、冬冷たく夏暑い触感から、より座り心地の良い表皮が求められ、1970年頃からファブリック（布地）シートが採用されるに至った。当初天然素材や合成繊維など種々の素材が混在したが、天然素材は退色、破れ、色落ちなどの耐久性の問題が生じた。そこで、1975年頃から自動車の材料としての規格が求められるようになり、ナイロンが主として使用された。更に1985年頃から高耐久性を求められるようになり、ナイロンからポリエステルに変わっていった。種々の断面形状、新合繊など多様なポリエステル繊維が開発、使用されるようになった。

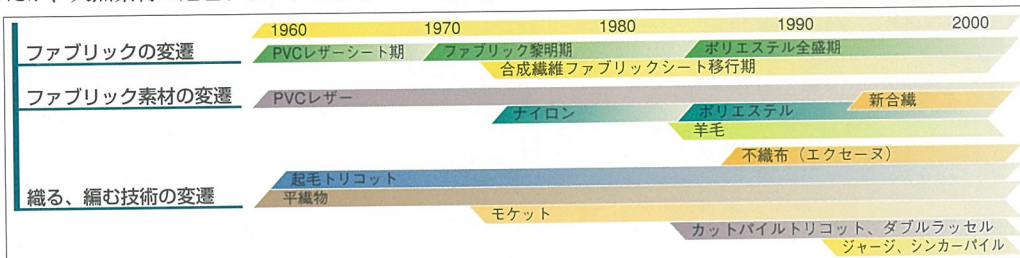


図21：シートファブリックの変遷史

(3) 塗料の変遷

自動車の塗料に求められるものは、美観の付与とその維持である。いかによいカラーを提供し、長期間にわたってそれを維持するために耐久性や防錆性を付与させるかが重要な技術である。

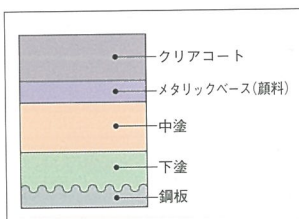
古代文明の壁画に代表されるように、塗料は古くから私たちの生活に深い関わりがあり、自動車用塗料とその塗装設備も自動車発達の歴史とともに進歩してきた。当初は天然の高分子樹脂を利用した塗料を人がハケを持って1台ずつ塗装していたが、自動車が生活必需品になるとともに、化学的に合成された塗料をロボットで塗装するようになった。

一方近年は、ニーズの多様化に伴う機能の付与、すなわち雨じみやすり傷に強い塗料がさかんに採用されるとともに、世界的な地球環境への問題意識が高まるなか、地球にやさしい塗料の開発に取り組んでいる。

これから21世紀を迎えるにあたって、多様化するニーズにタイムリーに対応していくこと、地球にやさしい塗料を積極的に採用していくことがますます重要になっている。

●塗料の変遷

現在の自動車の塗装は、図22のような構成になっている。



	パブリカ（1960年代）	スターレット（1970年代）	ウィッツ（1990年代）
特徴	電着塗装・静電塗装などの大規模装置とその自動化により量産技術を確認	塗装工程の高度自動化や高品質高意匠のための技術を開発	機能性を付与した塗料の開発（耐雨じみ性・耐すり傷性）
下塗り	アニオン*1電着塗料（耐食性向上）	カチオン*2電着塗料（耐食性向上）	カチオン電着塗料（低温硬化、高つきまわり）
中塗り	ポリエステル樹脂	高耐候性ポリエステル樹脂	ハイソリッド高仕上りポリエステル樹脂
上塗り	アルキッド樹脂	ポリエステル樹脂	ポリエステル樹脂
メタリック	熱硬化アクリル樹脂（1コート1ベーク*3）	熱硬化アクリル樹脂（2コート1ベーク*4）	熱硬化アクリル樹脂
設備	静電塗装機の導入	静電塗装機の導入	静電塗装機導入の導入
カラー	・ソリッドカラー全盛（ホワイト） ・メタリックカラー勃興期（シルバー・メタリック）	・パールマイカカラーとスーパーカラーの採用 ・カラーバンパの採用	・深み感のあるレッドマイカカラー ・光輝感のあるシルバーカラー

図22：自動車塗膜の断面（メタリック） 図23：塗料の変遷 *1 陰イオン *2 陽イオン *3 メタリックベースを塗装・焼付け *4 メタリックベースの上に、クリアを塗装後、焼付け

1960年代の塗装は、量産技術の確立と電着塗装の採用による耐食性能の向上、および耐久性に優れた熱硬化アクリル樹脂塗料および顔料の採用による品質向上が特徴である。1970年代になると、ロボットによる自動化が推進され、カチオン電着塗料の採用によりさらに耐食性が向上した。また、ポリエステル樹脂中塗り、熱硬化アクリルクリアコートの採用によりさらに耐久性とつやが向上し、パールマイカ顔料などの採用により新趣向色が登場した。1990年代には低温硬化塗料を採用して、地球環境に配慮すると共に、雨じみ、すり傷に強いクリア塗料などの開発により新たな機能を付与し、多様なニーズに対応できるようになった。

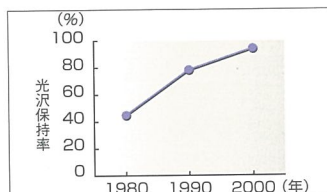


図24：ソリッドカラーの屋外耐候性（国内2年暴露）

(4) 接着剤の変遷

●自動車に使われている接着剤

自動車に用いられる接着剤は、大きく3種類に分けられ、目的や工法に応じて多様な接着剤が使われている。

①構造用接着剤：ボデー鋼板の接合や樹脂パネルの接合など高強度が要求される接着剤。（例：ドアヘミング部、FRP製カバートップなど）

②準構造用接着剤：ガラス接合やボンネットなど薄板間の補強接合に用いられている中強度の接着剤。（例：ウインドシールド、ボンネットなど）

③非構造用接着剤：内装部品の表皮材や防音材の接合などに使用される粘着剤や接着剤。（例：ドアトリム、インストルメントパネル、ピラーガーニッシュなど）

また、シーリング剤には、溶接継手部から水、埃の浸入を防止するスポットシーラや鋼板の防錆を目的としたボデーシーラ、アンダコート材などがある。

近年は、車両の軽量化、NVH※7性能の向上が求められており、ウエルドボンド接合、発泡充填材、鋼板補強シートなどの新しい用途の接着剤・シーリング剤が採用されている。

※7 NOISE（騒音）、VIBRATION（振動）、HARSHNESS（粗い乗り心地）

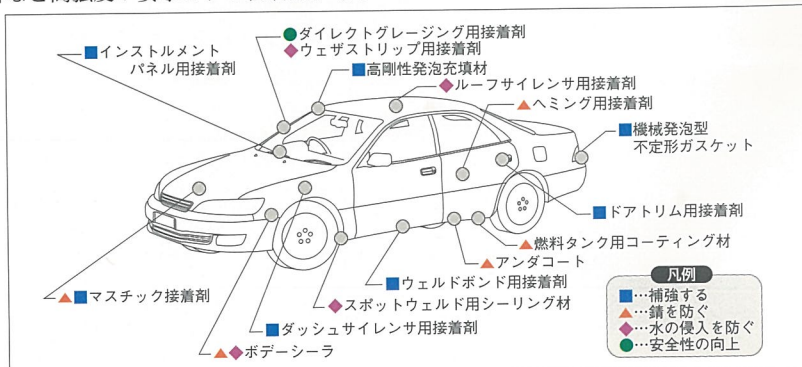


図25：自動車用接着剤・シーリング剤の使用例

●ダイレクトグレージング工法〈窓ガラスをボデーに接着〉

メカニカル締結から接着接合に変わった代表的な事例として、自動車窓ガラスの固定方法がある。現在、自動車窓ガラスの固定方法は、ガスケット工法とダイレクトグレージング工法の2方法が採用されているが、30年程前は全てガスケット工法を用いていた。

ダイレクトグレージング工法は、弾性接着剤を使用して直接ボデーにガラスを接着する方法で、ガスケット工法に比べて、①ガラス保持力が高い、②デザインの自由度に優れている、③生産しやすい、などの理由から乗用車のウインドシールドに使用され、今ではバックウインドやバックドアガラスにも採用されている。

ダイレクトグレージング工法の弾性接着剤は、当初、ポリサルファイド系、2液ウレタン系が用いられていたが、現在は生産性の優れる1液湿気硬化型ウレタン系となっている。

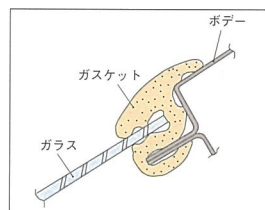


図26：ガスケット工法

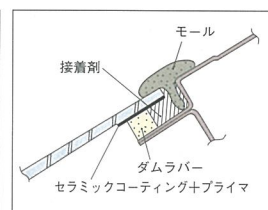


図27：ダイレクトグレージング工法

3.高分子材料部品の成形

(1) ゴムの成形

生ゴムのままでは、弾力性がないためイオウ（硫黄）を加えて、圧力を加えながら加熱し、加硫を行う。加硫するとゴムの分子間を硫黄分子がつなぎ（架橋という）、弾力性が生じる。ゴムを変形させる前は、ゴムの分子間は丸まっているが、変形させると分子と分子の間の距離が広がり、力を除くとゴムの分子が元に戻ろうとするのをイオウが手助けする。

●成形方法

ゴムを成形するには、以下の工程で生ゴムにいろいろなものを混ぜ合わせ成形用の材料を作る。まず、混練り工程で、架橋に必要なイオウのほか、強くするためにカーボンブラック（細かい炭素の粉）、鉛白、ワックスなどを加える。それらの加え方の違いによって硬いゴムや弾力の強いゴム、大きく伸び縮みするゴムなどいろいろな性質を持ったゴムができる。

自動車部品を造る代表的な成形方法には、大きく分けて、プレス成形（圧縮成型、射出成型）、押出し成形の2通りがある。プレス成形は、金型を使い熱と圧力を加えるため、加硫が成形時に終了する。これに比べて押出し成形は、形状を造ったのちに、加硫缶で加圧した蒸気を使う方法、連続的に電子線などで加硫する方法がある。

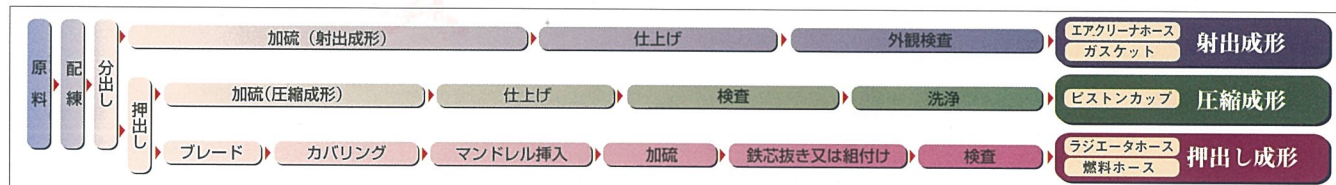


図28：ゴムの成形工程

(2) 樹脂の成形

樹脂は、加工性、成形性がよく、意匠性に優れるなどの長所があり、樹脂に適したさまざまな成形方法が開発され、自動車部品に広く利用されるようになった。

普通、樹脂は熱で溶かし、さらに圧力をかけて金型などに流し込み造りたい形状を得ている。熱可塑性樹脂では、形を造った後冷却し固化する。また熱硬化性樹脂では、加熱した状態で固化し、そのまま形を造る。主な成形方法として射出成型、一体発泡成型、スラッシュ成型、真空成型、圧縮成型、トランスファ成型、押し出し成型、吹き込み成型、積層成型、回転成型があり、その中で自動車によく使われているものを以下に示す。

①射出成型

樹脂の成形に広く利用されており、特に熱可塑性樹脂（PP、ABS樹脂など）において主流をなす成形方法である。樹脂が加熱により（一般的に220～250℃程度）溶融し、流動状態になる性質を利用し、閉じた金型の中に高圧注入し成形品をつくる（図29）。

もっとも古くから導入された成形技術でバンパ、ラジエータグリル、インパネインサート、内装トリムなど多数の部品を生産している。

②一体発泡成型

軟質部品の成形法の一つである。スラッシュ成型や真空成型などで成形した表皮と射出成型などで成形した芯材の間にウレタンを注入し発泡させる。これにより一体化製品を得る事ができる（図30）。

おもにインパネセイフティパッドの成形に利用されており、注入するウレタンは接着剤の役目とソフト感を出す役目を持っている。

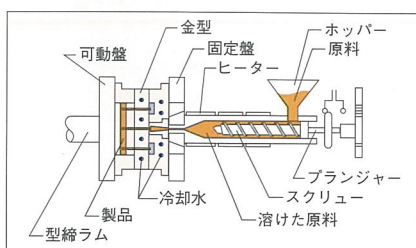


図29：射出成型

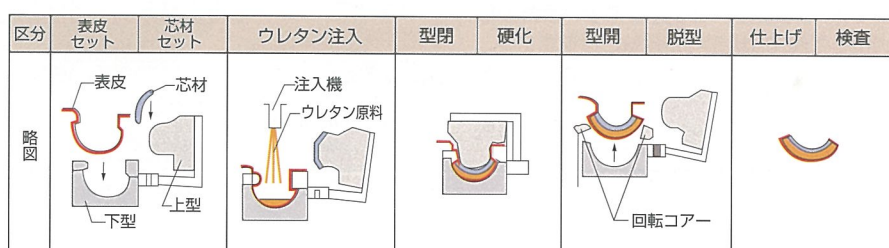


図30：一体発泡成型

③パウダスラッシュ成形

インパネセイフティパッドなどの軟質成形部品の表皮成形法の一つである。加熱した型に原料を投入し、熔融・ゲル化させ薄肉成形品を得る。材料としてペースト状のポリ塩化ビニルに代って、品質の安定しているパウダ状のポリ塩化ビニルが最近使用されている。

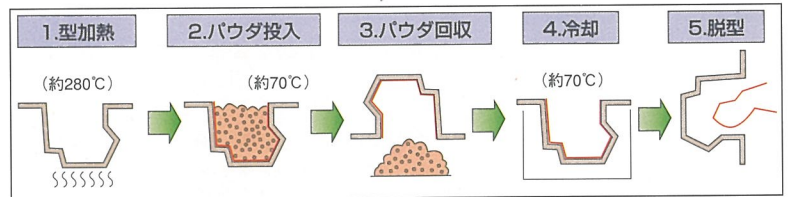


図31：パウダスラッシュ成形

(3) 繊維の成形

繊維は糸、布、成形、樹脂加工、縫製という工程を経て各種製品となる。布は大きく分けると織物、編み物、不織布の3種類に分けられる。織物はタテ糸とヨコ糸で構成され最も古くからある方式で各種の用途に使われている。編み物はタテまたはヨコどちらかの糸で構成されており、伸びがあるのが特徴である。不織布は繊維を均一に並べて、針又は、水流で突き固めて作られる。自動車に使われている製品例としては、針を利用してよこ糸を織り込んで、強度と耐久性を実現したストラップベルト織りや、無縫性タイプの高密度袋織り構造のエアバッグなどがある。各種繊維製品の成形工程の例を下図に示す。

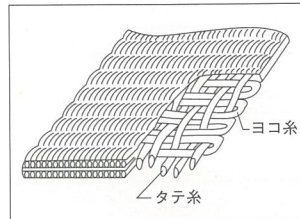


図32：ストラップベルト織り

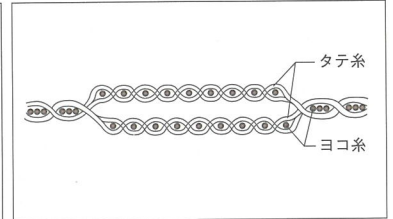


図33：エアバッグ用高密度袋織り

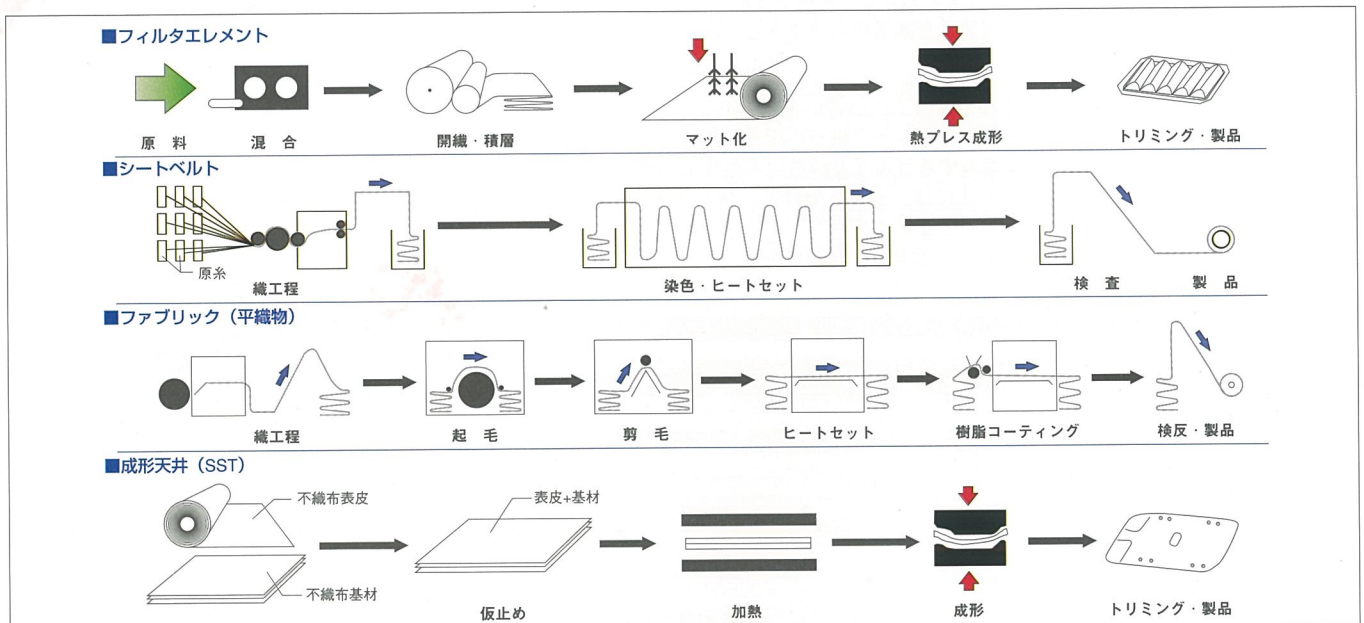


図34：各種繊維製品の成形工程

4.高分子のリサイクル (トヨタの例)

1970年代から金属のリサイクルが推進され、1990年代になるとリサイクルを考慮した設計、材料開発、再生技術開発、エネルギー回収技術の開発等が行われ、1996年にはリサイクル可能率が85%となっている。資源の有効利用の観点から、リサイクルの考え方も、自動車ライフサイクル全体をとらえた開発・生産・使用・廃棄のすべての段階について、連携したリサイクル活動が進められている。開発ではリサイクルしやすい材料の開発、取り外しやすい設計の採用が、生産では廃棄物の低減と再資源化が、使用では販売店回収システムの構築と廃棄物の低減が、廃棄では使用済み車両のリサイクル技術の開発、シュレタダストの低減が進められている。

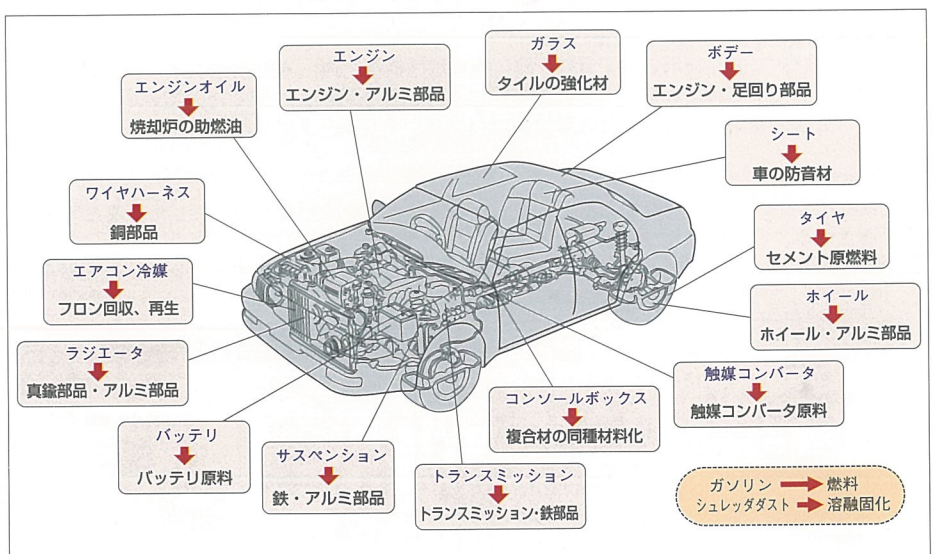


図35：自動車のリサイクル例

●リサイクルの方法

リサイクルの方法には①電力回収を目的としたサーマルリサイクル、②燃料油化を目的としたケミカルリサイクル、③物質再資源化を目的としたマテリアルリサイクルがある。③については、埋立処理するしかなかったシュレダダストを、新しく開発された乾式分別装置の組み合わせによって高純度に再生し、新車の防音材（RSPP）、タイルの原料などに活用している。さらに、残ったダストについても、環境に優しい埋立をめざして、溶融固化している。

●バンパのリサイクル

バンパ補修時に使われ、これまで分解が困難とされていた分子結合の強いウレタン塗膜やバテも分解する新技術が開発され、1997年6月以降、市場から回収したTSOP※8バンパは、全て新車バンパ材料としてリサイクル可能になった。この技術では新しく開発されたアミン系分解剤と、高温・高圧下で分解を促進させる特殊スクリーを用いた2軸反応押出機によって、塗膜付バンパを連続的かつ大量に再生処理できる。

●EPDMゴムのリサイクル

加硫されたゴムに熱と力を加え、ゴムの主鎖は切断しないで架橋点のみを切断すれば、元のゴムにリサイクルできる。この再生ゴムを原料として新たに加硫剤（硫黄など）を配合し加硫すれば、再度ゴム弾性を備えた加硫ゴムとする事ができる。

※8 TSOP=トヨタスーパーオレフィン

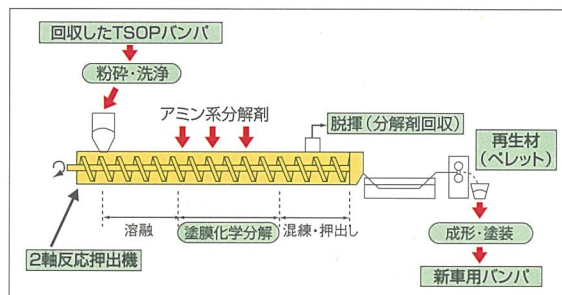


図36：バンパの化学分解システム

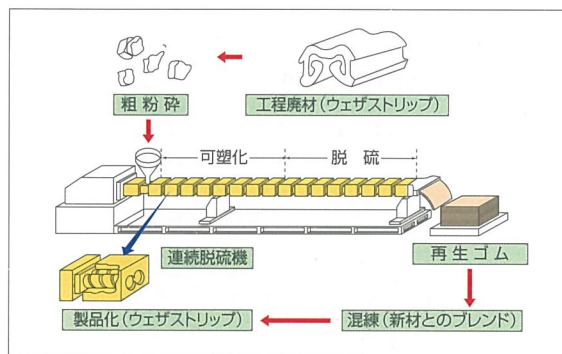


図37：EPDMゴムのリサイクルシステム

5.高分子材料の未来

高分子の特徴は、①種々の形のものを自由に作ることができる、②各種の機能を持たせることができることにある。①については、これまでに大きな進歩を果たしたが、②については図に示すように、エレクトロニクス、機械、化学、農学、薬学、医学などの分野にまたがって、先端技術を支える材料として重要な役割を担い、今後大きく進展するものと期待されている。

①情報と高分子材料

世の中が高度情報化時代になり、自動車にも情報化対応が求められている。情報を表示したり、記録するために高分子材料を用いた応用が研究されている。EL（Electro Luminescence）素子では、高分子は電子などを運ぶ役目と自らが発光する役割を果たしており、高分子を使うことにより、高い発光効率を得られる。

また、将来の記録材料として光化学ホールバーニング（PHB）法やさらに進んで分子1個1個に機能を持たせようとする分子素子の概念なども提唱されており、今後の発展が期待される。

②電池と高分子材料

地球環境保護のため、クリーンな排気ガスの電気自動車用電池が求められている。電気自動車の電池として、リチウムイオン2次電池や燃料電池が検討されているが、これらには各種の高分子材料が使われている。

リチウムイオン2次電池では、正、負極用粉末の結合材、負極用炭素材料やセパレータ等に高分子が使われている。セパレータは正、負極の接触を防止するとともに、 Li^+ イオンが移動するための小さな孔が無数に開いた構造となっており、電池の中で重要な役割を果たしている。

固体高分子電解質型燃料電池は、水の電気分解の逆で、天然ガス、メタノール等から得た水素と大気中の酸素を電気化学的に反応させて、直接発電する電池（理論効率～80%）であり、高分子電解質膜等に高分子が使われている。

③人間と高分子材料

生体を構成するのは高分子材料であるが、今のところ人工で生体そのものを作ることは不可能である。しかし、生体を模倣した材料やシステムは多く提案されている。たとえば、人工筋肉をめざして高分子ゲルを電氣的に屈伸させたり、伸縮によって物を持ち上げたりすることはできるようになっている。また、タンパク質などの生体高分子の研究から生体の分子レベルでの解明も進んでおり、高分子材料は医療分野でも重要な位置をしめている。このような基礎的な研究をもとにして、未来の高分子材料はますます人間にとって有用な材料になっていくと考えられている。

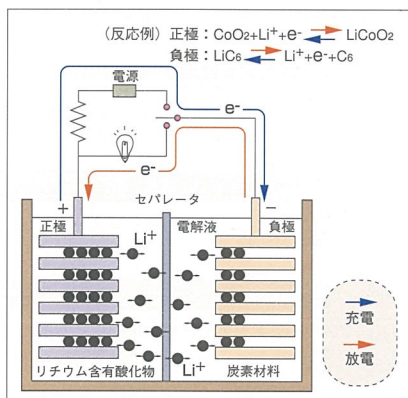


図41：Liイオン2次電池

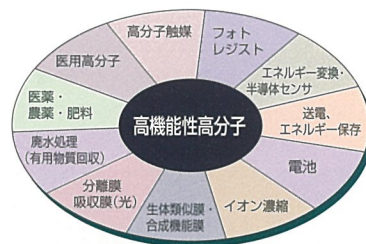


図38：高機能性高分子の応用展開

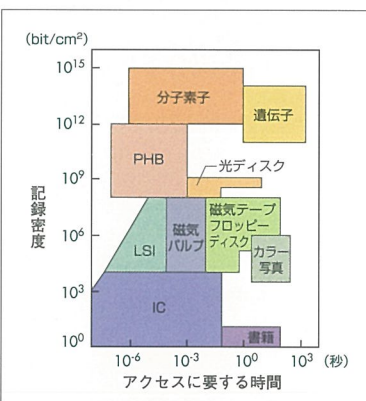


図39：記録方法の比較

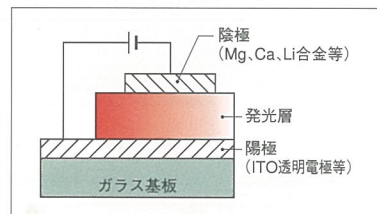


図40：EL素子

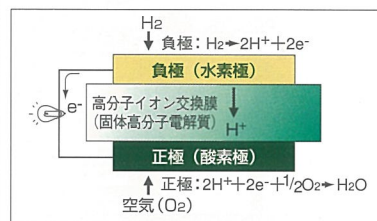


図42：固体高分子電解質型燃料電池

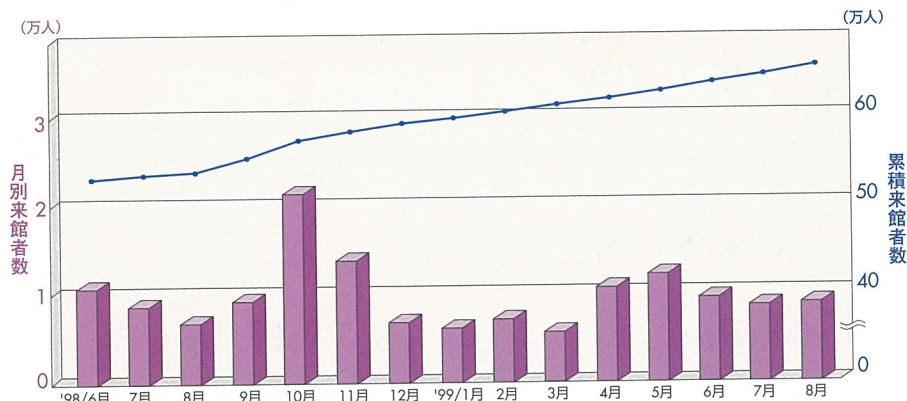
●来館者数

◆来館者の状況

平成6年6月～

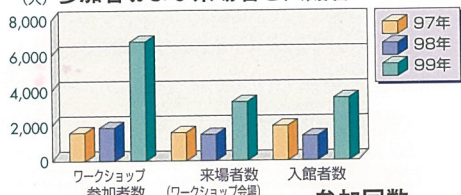
平成11年8月

来館者数 653,412人

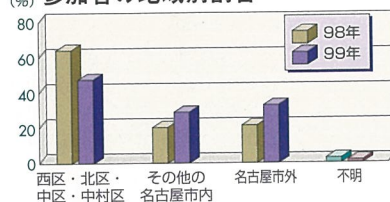


●第5回夏休みワークショップ実施結果

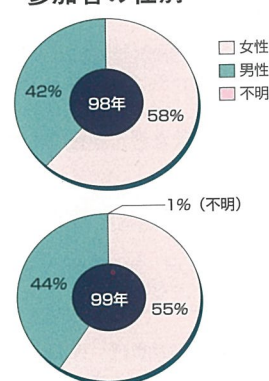
参加者および来場者と入館者



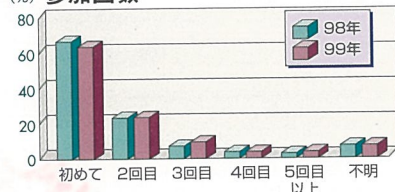
参加者の地域別割合



参加者の性別



参加回数



Information

●特別展

「自動車と高分子材料—強く・軽く・美しく—」

開催期間/10月1日(金)～11月7日(日)

場所/産業技術記念館特設会場

ゴムやプラスチック、繊維といった様々な、高分子材料が広く「モノづくり」に利用されている有用性を皆様に実験や実演を通して体験しながらご理解していただくことを目的とした特別展です。

●レストラン X'mas 特別ディナー

館内のレストラン「ブリックエイジ」では、X'masディナーコースをご用意致しております。

開催期間/12月21日(火)～12月25日(土)

ご予約お問い合わせ先:

レストラン「ブリックエイジ」

TEL (052) 551-6243/6244

図書室の小窓

最近、布の手織を楽しむ人が少なくありません。これには、手織の布には希少価値があり、また独特の風合いが好まれていることもありますが、今日では芸術的な創作活動として行っている人もあるようです。

紡織技術は、最も早く機械化された分野ですが、もともとは各家庭で広く行われており、機織は一人前の女としての、つまり嫁入りのための条件でもありました。農家に育った私は、今から約50年前に、家で祖母が機織をし、祖父が筵織りや草鞋づくりをする様子を見ていますが、この三つはよく似た技法を用います。この頃は、まだ衣食住のかなりの部分が手づくりであったし、自家生産も行われていました。だからこそ機織を主題にした「鶴の恩返し」の民話が生まれ、それをもとにした「夕鶴」といった名作がドラマやオペラとなって、共感を受け愛されてきたのでしょう。

さて、その手織技術の歴史ですが、これがあまりにも古いためか、あるいは世界中に普遍的であるためか、意外にはっきりしていません。いわば、公知の事実、あるいは技術常識のように扱われてきたようです。そこで、これを総合的に考察しようとしたのが、今回紹介する「手織機の研究」です。狭義の技術史的な見地からだけではなく、極めて多面的に考察しているため、一読しただけでは少し分かりにくいところもありますが、腰を据えて味読すれば、それだけ幅が広く奥の深いことが分かります。

西アジアに発生した手織の技術が、農耕(作物)の伝播に従い、世界の各地へ、そして日本へと、地域的な特徴を残しつつ発展・浸透していった様子を、歴史学・民俗学・文化人類学・農学などの幅広い成果を踏まえ、極めて多面的に検証しています。また、当然のことながら、手織機の歴史・分類・各部分名称などについても、詳細に検討が加えられており、手織機に関しては、現在手に入れることができる最も参考になる文献の一つと言っていいでしょう。

「図説 手織機の研究」「続・図説手織機の研究」前田亮著 京都書院 平成4・8年



ご案内



開館時間

◆午前9:30～午後5:00 (入館は午後4:30まで)
※レストランは22時まで営業

休館日

◆月曜日 (祝日の場合は翌日)
◆年末年始

観覧料

◆大人(大学生含む) 500円
◆中高生 300円
◆小学生 200円
※30名様以上の団体は1割引 ※100名様以上2割引
※学校行事での来館では学生は半額

交通

◆【名鉄】「栄生駅」下車徒歩3分
◆【地下鉄】「亀島駅」下車徒歩10分
◆【市バス】名古屋駅前 バスターミナルレモンホーム
10番のりば「名古屋駅行(循環)」
「則武新町3丁目」下車徒歩3分
無料駐車場 乗用車 300台 大型バス 10台

館報 Vol. 18 発行日/平成11年9月25日 発行者/産業技術記念館



トヨタグループ
産業技術記念館

〒451-0051 名古屋市中西区則武新町4丁目1番35号
TEL 052-551-6115 FAX 052-551-6199
ホームページアドレス <http://www.tcm.it.org>