

化学が好きになる本

地球の未来を 化学がつくる



クリーンライフを実現する
化学工業製品たち



私たちの社会と生活を

コンピュータに代表されるエレクトロニクス分野の発展から、人類の平均寿命の伸長まで、私たちの社会と生活の発展・向上に貢献する各種の化学工業製品。今までもそうであったように、21世紀の化学は、私たちに果てしない夢と期待を抱かせてくれる。

[1] 電子材料

果てしなく、日進月歩の発展を続けるエレクトロニクス技術。21世紀の、電子産業の発展のカギを握っているのが電子材料だ。



[2] 合成繊維

人間の英知と、化学工業の進化で生まれた合成繊維。家庭用浄水器や自動車のエアバッグなど、活躍する分野は広がる一方だ。



[3] 合成ゴム

私たちの生活に“弾力”と“快適”を与えてくれるゴム。さらに、新しい分野に貢献する合成ゴムが、続々登場している。



[4] プラスチック(I)

誕生後、わずか100年で生活のいたるところで活躍するようになったプラスチック。これからも、いっそうの活躍が期待される。



[5] プラスチック(II)

生活機能の向上と効率化に、大きく貢献するプラスチック。今後も、人間とプラスチックの共存共栄の時代は続いていく。



[6] 医薬品

“世界一の長寿国”を誇る日本。なぜ、ここまで平均寿命が延びたのか？ 医薬品の発展と貢献を抜きにして語ることはできない。



**CHEMICAL
INDUSTRIES**

化学工業製品が支えている!

CONTENTS

も ・ く ・ じ



[7] 化粧品

私たちの生活に、“華やかさ”と“喜び”を提供してくれる化粧品。さらに、“健康な肌”へと、化粧品の追求と挑戦は続く。



[8] 食品・飲料

人間が生きていくうえで、絶対に欠かすことができない食品と飲料。実は、これらにも化学の力が大きく貢献している。



[9] 接着剤

人間関係以外なら、どんなものでもくっつけてくれる接着剤。これから、どんな接着剤が登場するか寄せられる期待は大きい。



[10] 塗料・インキ

生活に、鮮やかな^{あざ}彩り^{いろど}を提供してくれる塗料とインキ。アピールするのは、華やかさだけではない。機能は、文字どおり多彩だ。



[11] 洗剤・洗淨剤

毎日の生活に清潔さをもたらし、健康で快適な生活を提供してくれる洗剤類。洗淨によって、衛生的な生活がもたらされた。



[12] 農薬・肥料

人間が生きていくうえで、絶対に欠かせないものが食料。その生産性の向上と、高品質化を援助してくれるのが農薬と肥料だ。



[13] ガラス & セラミックス

新しい技術によって生まれた優れた特性を持つガラスとセラミックスは、すでに私たちの身の回りて、大活躍している。



発行：「夢・化学-21」委員会
(社)日本化学会、(社)化学工学会、
(社)新化学発展協会、(社)日本化学工業協会にて構成)
編集：(株)学習研究社
監修：富田 功(お茶の水女子大学名誉教授)
印刷所：共同印刷株式会社
初版：1998年8月20日
2版：2007年3月30日

地球と人を守り、持続可能な社

世界の化学工業界が行う「レスポンシブル・ケア」

化学は、プラスチックや医薬品など、画期的な素材や新しい物質を数知れず生み出してきた。しかし、化学が作り出す物質や製品の中には、製造工程でたくさんのエネルギーを消費したり、多量の原料や溶媒を使用したり、環境を汚染したり、毒性による健康被害をもたらしたりする場合がある。

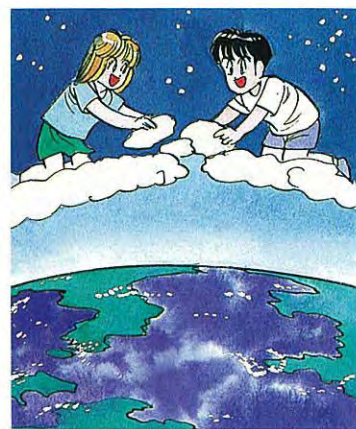
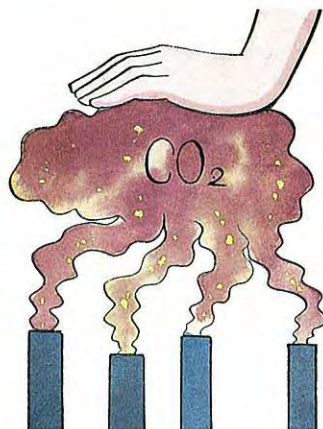
19世紀以来の合成化学は、地球の有限性を重視せず、便利な製品を安く大量に製造することを優先するあまり、環境にどんな影響があるか、廃棄物はどのくらい出るかなどを十二分に配慮しないままに進んできたことは否めない事実である。

この反省に立ち世界の化学工業界は、化学品を扱うそれぞれの企業がその開発から製造、物流、使用、最終消費を経て廃棄に至るすべての過程において、自主的に「環境・安全・健康」を確保し、活動の成果を公表し社会との対話を行っている。この活動を「レスポンシブル・ケア」という。

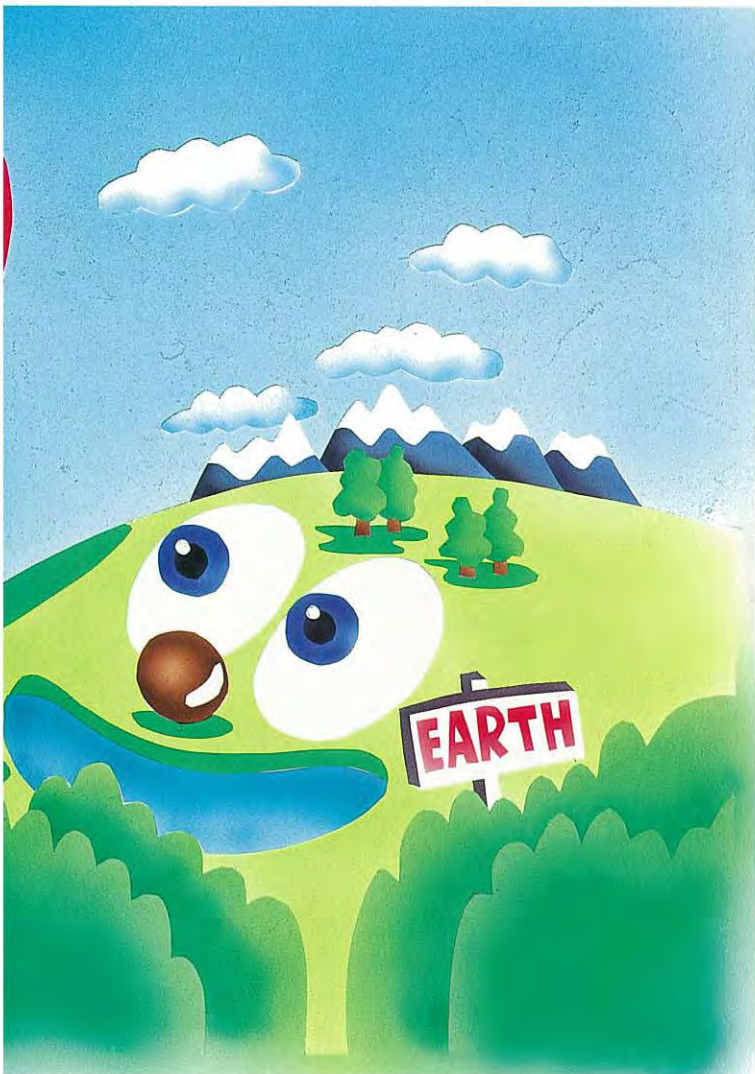
あらかじめ廃棄までを設計する「グリーンケミストリー」

このような意識変化の中で、現在では、化学製品や製造プロセスそのもの、つまり根元から技術的に変えて、持続可能な社会に貢献していくという活動も進められている。

「製造した物質や副次的な生成物に毒性があった、さあたいへんだ、どう処理しようか？」あるいは、「製品ができあがったらリサイクルがしにくかった、さあ困った！」というように、あとから環境対策を考えるのは前世紀までのやり方だ。現在は、前もってこうした間



会に貢献する21世紀の化学



題が起こらないように物づくりの工程や製品設計をしようという考え方「グリーンケミストリー」が化学工業界の基本である。

「グリーンケミストリー」は、原料から最終製品にいたる全体の工程の環境負荷や、さらには製品が廃棄されるまでの過程を考慮し、環境に積極的に配慮して化学工業を進めようという姿勢である。ここでは、健康への影響を十分配慮することは言うまでもない。

◇ 世界に誇れる日本のグリーンケミストリー

温暖化をもたらすCO₂の排出量を減らすことは、製造業に課せられた大事な宿題であり、日本は世界に誇れる環境負荷削減技術を多数もっている。例えば……

トウモロコシやイモなどの植物デンプンを原料にしたバイオプラスチック。

印刷しても簡単な処理で消せて紙の再利用が可能な消える印刷インキ。

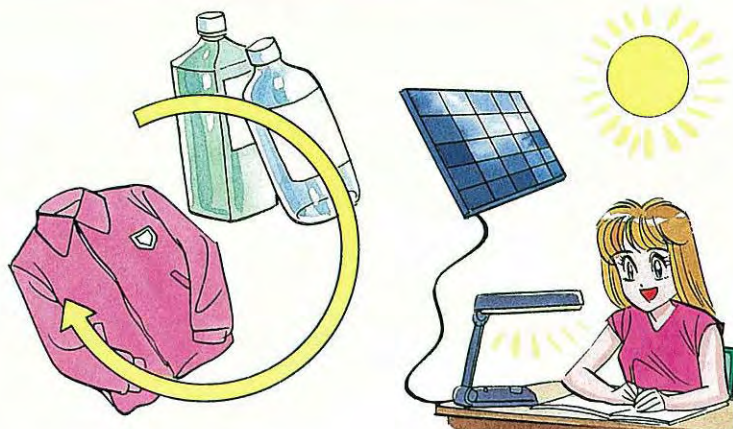
細菌を利用してPCBなど土壌中の有害物質を分解するバイオレメディエーション技術（生物利用修復技術）。

不要な副産物を発生させない新しい触媒を使用したカプロラクタム（ナイロン6の原料）合成法。

温暖化の原因物質であるCO₂を原料としたポリカーボネート樹脂（CDなどの原料）の合成法。

これらは、いずれも日本の化学がもたらしたグリーンケミストリーである。

豊かな生活のためにと考えて開発された技術が、逆の結果をもたらすことがあったという反省から生まれたグリーンケミストリー。この原点に視点を据えた新しい化学が大きく育ち始めている。



身近な化学工業製品①

電子材料

果てしなく、日進月歩の発展を続けるエレクトロニクス技術。21世紀の、電子産業の発展のカギを握っているのが電子材料だ。



✕ 電子部品製造に欠かせない化学製品・化学技術

携帯電話、パソコン、薄型テレビ、デジタルカメラ、DVDレコーダー……身の回りにあるデジタル機器には半導体、二次電池、液晶ディスプレイなど多くの電子部品が搭載されている。

これら電子部品に欠かせないのが化学製品・技術で、製造工程で使われるものを含めて「縁の下の力持ち」的な役割を果たしている。

デジタル機器は高機能化とともに軽量・薄型化が進んでおり、こうしたニーズを実現するために化学製品・技術も絶えざる進化が求められている。

例えば情報のやり取りを行う半導体 (LSI) の基板となるシリコンウエハーについていうと、原料の多結晶シリコンは国内の化学メーカーが世界的にも大手の地位を占めている。

シリコンウエハーに回路を形成するためにはフォトレジストと呼ばれる感光剤を塗布し、光をあてて回路を焼き付けるが、これも樹脂などの化学製品でできている。最先端の半導体の集積度は512メガビット (1メガは100万) ~ 1ギガビット (1ギガは10億) に達し、LSIの大きさを変えずに集積度を上げるためには回路の線と幅をできるだけ狭くする必要がある。その幅は70ナノメートル (1ナノメートルは100万分の1ミリメートル) のレベル。それを実現するためにはフォトレジストにも高い純度が要求される。

✕ 発光ダイオード(LED)を生産するのも化学メーカー

このほかにもシリコンウエハーを鏡のように磨き上げる工程や、回路以外のフォトレジストを取り除くエッチング工程には化学薬品が、できあがったLSIを保護するためのパッケージには樹脂や無機フィラーが使われている。

シリコン以外の材料による化合物半導体の需要も拡大している。ガリウム・ヒ素、窒化ガリウムなど、複数の元素を組み合わせたものが化合物半導体。主な用途は発光ダイオード (LED) で、電車・バスなどの表示板、信号のランプなどに使われるようになった。元素の取り扱いが得意な日本の化学メーカーなどが生産を行っている。

DVDの基板にはCDと同じくポリカーボネートと呼ばれる透明な樹脂が使われ、日本メーカーが最大手。記録型のDVDには情報を書き込むための記録層に用いる有機色素、その記録層を保護したり二枚の基板を貼り合わせには紫外線 (UV) で硬化する樹脂なども化学メーカーの得意分野だ。従来に比べて、たくさんの情報を書き込めるブルーレイ・ディスク、HD-DVDといった次世代DVDにもこうした材料が目に見えないかたちで使われている。

(注1) ビット：コンピュータが扱う情報の最小単位がビット。キロ、メガ、ギガなどの大きさを表す接頭語をつけて情報量を表す。
(注2) フィラー：下地の段差や穴を埋め、表面を平滑にするために使用するもの。

活躍の電子材料

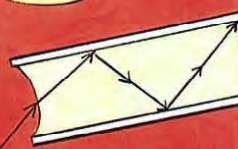
USBメモリー



DVD



情報を伝送する光ファイバー



2次電池



化学技術最先端

携帯電話の小型化・高性能を 可能にしたのは二次電池と液晶

化学材料の塊「電池」の進化は続く

携帯電話などモバイル機器の電池には、充電して繰り返し使える二次電池が使われている。使い切りの乾電池（一次電池）と基本的な構造は同じで、電池は「化学製品の塊」ともいわれている。

代表的な二次電池であるリチウムイオン二次電池を例にとると、正極材料にはコバルト、マンガン、ニッケルなどの化合物が、負極材料には炭素系の材料が使われている。最近ではカーボンナノファイバーと呼ばれるナノテク材料を少し添加するだけで性能が大幅に向上することがわかっている。電解質、セパレーターも化学メーカーが生産している材料だ。携帯電話が小さくなると電池にも小型化が要求されるが、寿命を短くすることは許されない。小さくてもバッテリー切れを起こしにくくするためには、こうした化学製品



用途に応じて形や大きさもさまざまな二次電池。

の性能向上が欠かせない。

液晶を生産しているのは化学メーカー

液晶ディスプレイ（LSD）にも多くの化学製品が活躍している。液晶は固体と液体の中間的な材料で、電気をかけることによって一定の方向を向く性質を利用して、バックライトから出た光を通過させたり遮断したり

する役割を持つ。

この液晶を生産しているのは化学メーカーだ。光の方向を制御する偏光板、画面を見やすくするために表面に貼り付ける反射防止フィルムなどにも化学製品・技術がふんだんに使われている。液晶ディスプレイの市場シェア競争は日本、韓国、台湾の間で激しさを増しているが、材料の分野は日本メーカーが強さを発揮している。

例えば偏光板の保護に使われるTAC（トリアセテートセルローズ）フィルムはほぼ100%が日本製だ。また、次世代ディスプレイとして期待されている有機EL（エレクトロルミネッセンス）に使われる発光材料なども、日本の化学メーカーが中心となって開発にしのぎを削っている。



高精度の液晶ディスプレイが人気のデジタルビデオカメラ。

身近な化学工業製品②

合成繊維

人間の英知と、化学工業の進化で生まれた合成繊維。ファッションな衣料や自動車用タイヤ・エアバッグ、さらには家庭用浄水器など活躍する分野は広がる一方だ。



化学が広げた繊維の世界

繊維は原料によって天然繊維と化学繊維に大別される。天然繊維には、植物から収穫する綿と麻、動物から得る絹と羊毛があり、天然繊維は、現在でも衣料分野を中心に広く使用されている。

しかし、天然繊維には、生産するために広大な土地と多くの労働力を必要とすることや、天候や気温などの自然条件によって収穫量や品質が左右されるなどの弱点がある。

そこで登場したのが、化学技術によって生まれた繊維。化学繊維は、人工的に作り出された繊維の総称で、最先端の工場で、一定品質の繊維を計画的に生産することができる。

化学繊維は19世紀に登場したレーヨンに始まり、20世紀の高分子化学の発展によってナイロン、ポリエステル、アクリルなどが開発された。化学繊維の中で木材パルプを原料とするレーヨンは再生繊維、石油が原材料のナイロン、ポリエステル、アクリルは合成繊維と呼ばれている。

ナイロンは、合成繊維の中で最も早く工業化され、アメリカでは1936年に、日本でも1951年に生産がスタート。ストッキングやスキーウェア・水着などスポーツ衣料、カーペットなどに使用されている。その後、ナイロン並みの優れた性能で、価格がナイロンよりも安価なポリエステルが登場し、さまざまな分野で使用されている。

天然繊維より多機能な合成繊維

合成繊維は、天然繊維を模倣することから始まり、合成高分子（ポリマー＝重合させて作った高分子物質）からできています。現在では、天然繊維にない独特な質感や風合を持つ繊維が次々に登場。絹の $\frac{1}{10}$ の細さの繊維で美しい光沢を有する素材や、天然のスエード調の肌ざわりを有するが、取扱いが容易な人工スエード、人工皮革が衣料用素材として広く使用されている。

また、電気を導く導電性を有する合成繊維もあり、これら繊維を織り込んだユニフォームが、静電気をきらい、清潔さが要求されるクリーンルームなどで使用されている。その他に難燃剤や抗菌剤を繊維の原料中に混入させて繊維化した難燃性合成繊維や抗菌性合成繊維などが様々な生活場面で使用されている。

環境や安全に貢献する合成繊維

合成繊維は、軽くて強いので自動車用のシートベルトやエアバッグなどに使用されている。さらに、工場や生活排水の浄化装置や、家庭用の浄水器などに合成繊維の中空糸が活躍している。

なお、ナイロンやポリエステルなどの合成繊維は、製品として使用した後に回収して、化学的に分解し、原料に戻すことができ、「繊維to繊維」の究極のリサイクルへの取り組みが始まっている。



化学技術最先端

航空宇宙分野から考える繊維まで、 繊維のイメージを超越した**合成繊維**

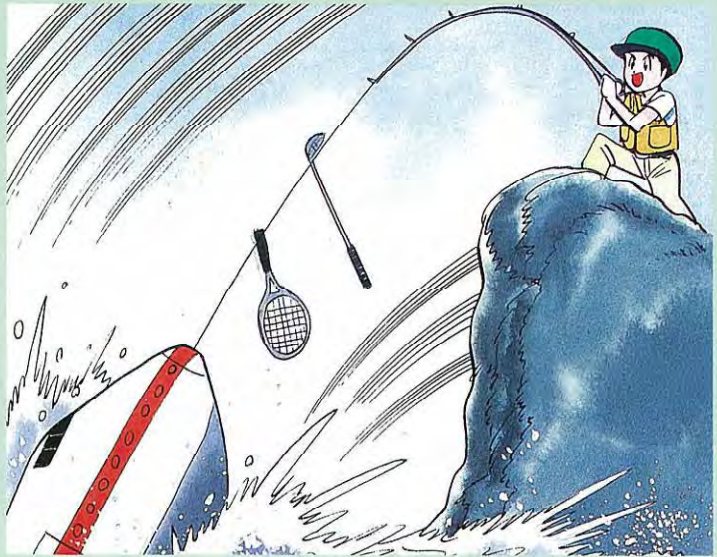
進むハイテク繊維の開発

合成繊維産業は、アジア諸国、特に中国での投資が拡大中だ。そこで日本は、これら諸国が真似の出来ない高い技術力に基づく繊維、従来のものより格段に優れた性能・機能を持つ、新しい繊維の開発に力を入れている。

1970年代に生産を開始した高性能繊維の一つ炭素繊維（カーボン繊維）は、強度に優れている上、軽い。炭素繊維とエポキシ樹脂などの複合材料は、ゴルフクラブのシャフト、テニスラケットなど、スポーツ用具として広く採用されている。

現在では、自動車や航空機、さらには宇宙衛星、風力発電機の羽根、鉄筋コンクリートや橋梁などの補強材として用途を拡大。2008年就航予定の米国の航空機では、複合材料の使用率が50%のものがある。また、家庭用のホームエレベーターや医療福祉分野などでも、強い、軽い、錆びないなどの特性を生かした開発が進んでいる。

このほか、芳香族（ベンゼン環）からなるアラミド繊維。分子の骨格が直線状で切れにくく



高強度なパラ型アラミド繊維は、防弾チョッキや安全手袋、タイヤ、複合材料にして建築資材や航空機に用いられている。防炎性、耐熱性に優れるメタ型アラミド繊維は、消防服や耐熱作業服などに使用されている。

夢の“インテリジェント繊維”

次世代の繊維としては、生活の環境変化に応じて必要となる機能の種類や程度を自ら調節するインテリジェント繊維への期待が高い。

一例として、周りの環境の変化に応じて衣服内の環境を調節する繊維素材がある。具体的には、周囲が暑くなると、繊維は放熱して衣服内を涼しくする、また周囲が寒くなると繊維は発熱し衣服内を暖める。あるいは、周囲の湿度の変化に対応して、衣服の通気性を調節する素材などである。

インテリジェント繊維の範疇はんきうに入るものとして、特定の金属を選択的に吸着する繊維がある。ダイオキシンなど特定の有害化学物質を除去したり、海水中のウランなど稀少金属の採取に向けた研究が行われている。

一方、衣服に各種センサーを付け、これを導電性繊維を用いて、衣服に装着したコンピュータに接続し、着用者の生理情報などをモニタリングする電子衣服の開発も研究されている。

自動車のさまざまな部分に合成繊維は使われている。



合成ゴム

私たちの生活に“弾力”と“快適”を与えてくれるゴム。さらに、新しい分野に貢献する合成ゴムが、続々登場している。



乗り物にゴム部品は不可欠

今やゴムの主役となった合成ゴムは、19世紀後半から研究が進められ、20世紀に入ってドイツやアメリカを中心に実用化された。日本での本格的な工業化は約50年前のことで、現在では米国に次ぐ世界第2位の合成ゴム生産国となっている。

合成ゴムにはさまざまな種類があり、高耐熱、摩擦や油・薬品に強いものなど、天然ゴムにはない特殊な性質を持ったものも多い。現在、世界では年間に約1,700万トンのゴムが消費されているが、このうちの半分以上を合成ゴムが占めている。

合成ゴムの用途は広いが、おもな使用目的は振動の吸収だ。自動車、航空機、さらにはロケットなど、エンジンの付いた乗り物にゴム部品は不可欠。ゴム部品がなければ、エンジンの振動が直接体に伝わり、快適な乗り心地は味わえない。車輪もまた、ゴムのタイヤではなく、金属やプラスチックだったら、路面の凸凹のショックを体が直接受けることになる。

自動車の燃費向上にも貢献

合成ゴムは、原油から取りだしたナフサに含まれるブタジエンという物質などを原料にして作られる。タイヤやチューブに多く使われる合成ゴムは、SBR（スチレン・ブタジエンゴム）と呼ばれ、耐老化性、耐熱性、耐摩耗性などの点で天然

ゴムよりも優れている。

自動車用タイヤでは近年、車のガソリンが節約できるとあって溶液重合SBRが脚光を浴びている。これは、従来の乳化重合とは違った方法で製造されるもので、使用目的に応じてゴムの分子構造をコントロールできるのが特徴だ。

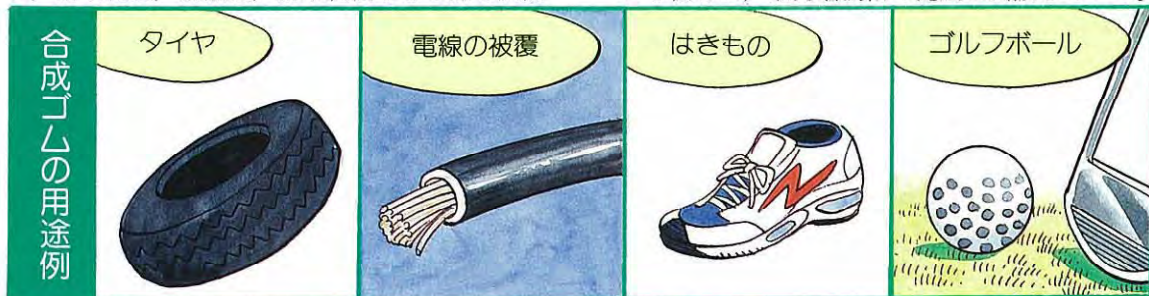
タイヤ用のゴムは、省燃費にウェイトを置くとブレーキ性能が犠牲（低下）になるという矛盾を持つ。しかし、ゴムの分子構造を変えることができる溶液重合SBRの登場によって、この矛盾は解消された。

活躍分野を広げる合成ゴム

SBRの用途はタイヤのほか、ベルト、ホース、履物など幅広い。印刷しやすいように紙の表面に塗ってある液状のラテックスも、SBRの一種だ。

では、SBRのほかにどんな合成ゴムがあるかみてみよう。BR（ブタジエンゴム）はSBRと似た使われ方が多いが、ゴルフボールのほか、プラスチックの改質剤（耐衝撃性を向上させる）の需要が高い。

CR（クロロプレンゴム）やNBR（ニトリルブタジエンゴム）は耐熱性、耐油性などに優れることから、エンジン回りの部品によく使われる。さらに高性能なゴムでは、フッ素ゴムやシリコーンゴムなどがある。これらのゴムは宇宙ロケットなどにも使われ、最先端技術の発展に貢献している。



化学技術最先端

化学技術の粋を集めて、 次々に新しく生まれ変わる**合成ゴム**

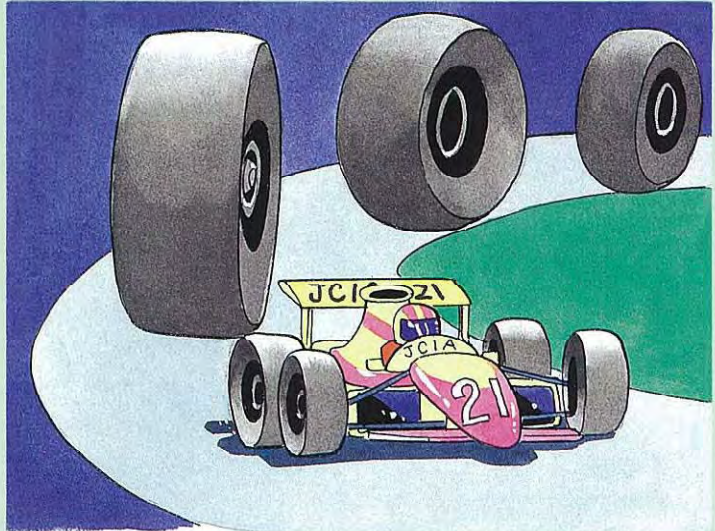
時速300kmに耐えるゴム

F1などの自動車レースで使用されるタイヤには、一般の乗用車用とは違った特別な性能が求められる。レースでの最高時速は300kmを超え、タイヤの温度は、一時的に200度前後にもなる。

タイヤは、この高温に耐えながら、カーブが連続するコースで、ドライバーの車のコントロールを助ける必要がある。しかも、その性能を1~2時間は維持しなければならない。

晴れた日のレースで使用されるタイヤには市販車で見られる複雑な溝がなく、つるつるしている。路面との接触面積を少しでも大きくして、運転しやすいようにするためだ。さらに、タイヤは路面にフィットするように、非常に柔らかく作られている。

このように、臨機応変なタイヤができたのは化学技術のおかげ。レース用タイヤの合成ゴムは、化学技術の粋を集めて誕生



したものだ。こうした極限状態への対応のなかで磨かれた化学技術が、さらに新しい合成ゴムを生み出していく。

高性能合成ゴムの誕生

ゴムの最大の特徴と魅力は、伸縮が自由で、弾むことだ。しかしその一方で、ゴムには製品に加工するのに手間がかかり、

素材としてのリサイクルがむずかしいなどの欠点がある。

そこで近年、脚光を浴びているのが、熱可塑性エラストマー(TPE)と呼ばれる素材。これは、ゴムとプラスチックの両方の成分から構成されている。ゴムほどの伸縮性や弾性は必要ないが、かといってプラスチックでは役不足、という場合に使用されることが多い。

ゴム製品は、生ゴムに硫黄などを加えて加熱する方法(加硫工程)で製造される。この方法によって、弾性や強靱性が生まれる。しかし、硫黄を加えると、リサイクルが困難になる。

これに対して、TPEは加硫が不要で、プラスチックの成形機で加工できる。コストダウンにもつながることから、最近、自動車部品などでも、一部のゴム部品がTPE製に替わるなど、動きが活発化している。



レース用タイヤは最高時速300km、タイヤ温度200℃に耐える。

身近な化学工業製品 ④

プラスチック (I)

誕生後、100年で生活のいたるところで活躍するようになったプラスチック。これからも、いっそうの活躍が期待される。



発展途上のプラスチック

台所用品から電気製品、自動車、アウトドア・グッズまで、いたるところで利用されているプラスチック。しかしその歴史は浅く、1907年、ベルギー人によって開発されたフェノール樹脂がプラスチックの始まりといわれる。開発後、100年にすぎないプラスチックの歴史は、まだまだ発展途上といえる。

プラスチックは強い、軽い、腐食しない、衛生的などの特徴で知られる。ただこれだけの理由では、これほどの需要の拡大はなかつたにちがいない。愛された最大の理由は、“加工しやすい”からだ。

もともとプラスチックという言葉は、英語で、「可塑性」とか「柔軟に形を変えられる」という意味を持つ。紙は燃えたり、破れたりするし、金属や木材は切ったり、削ったり、溶接したりなどの加工がたいへん。これに対してプラスチックは、金属や木材では不可能な複雑な形状の製品も一瞬で作ることができる。

熱可塑と熱硬化の2種類がある

熱によって、自由に形を作ることができるプラスチックは、大きく2種類にわけられる。ひとつは、再び熱を加えて何度でも成形できる「熱可塑性樹脂」。もうひとつは、熱を加えると逆に硬化して元の形にもどらない「熱硬化性樹脂」だ。

熱可塑性樹脂には、ポリエチレンやポリプロピレン、ポリスチレン（スチレン樹脂）、ポリ塩化ビニル（塩化ビニル樹脂）、ポリアミド（ナイロンなど）があり、よく耳にしたことがある人も多いだろう。スーパーの肉や野菜をのせる白いトレイは発泡ポリスチレン、包んでいる透明のラップは塩化ビニリデン、またはポリエチレンのフィルム。買ったものを入れる袋もポリエチレンだ。

コーラやジュースなどのボトルはPET（ポリエチレンテレフタレート）、雨トイや水道管は塩化ビニル樹脂、電気製品によく使われているのがポリスチレン、ABS樹脂、自動車のバンパーにはポリプロピレンというように、プラスチックは多くの分野で需要が高い。

また、熱硬化性樹脂にはフェノール樹脂やポリウレタン樹脂、メラミン樹脂などがある。これらの樹脂は自ら固まり、熱に溶けない性質を持っている。一般的に、熱硬化性樹脂は耐熱性や耐溶剤性に優れているところから、接着剤や塗料をはじめ、オモチャ、電気製品、お鍋の取っ手など、熱に耐えなければならない製品（部分）に幅広く使われている。

このように、プラスチックには数多くの種類があり、それぞれに異なった特性を持ち、用途に応じて使い分けられている。私たちは、樹脂をみるとみんな“プラスチック”とってしまうが、それぞれに優れた個性を持っている。



化学技術最先端

地球環境の保全, 砂漠の緑化に 貢献を期待されるプラスチック

期待される次世代の触媒

世界の巨大な化学企業が激しい開発, 事業化競争を繰り広げているのが, メタロセン触媒による新しいポリオレフィン系のプラスチックだ。メタロセン触媒の利点は, 従来型のチーグラ-・ナッタ系触媒とちがって, あらかじめ設定した分子量や密度, 構造などを持つプラスチックをキッチリと, 高い効率で生産できるところだ。

反応するポイントがひとつなので, 触媒をそれぞれの目的に応じて設計すれば, そのとおりのプラスチックができるというわけ。有機合成の学界や産業にとって, プラスチックの世界を大きく変える革命的な成果と評価されている。

作るだけでなく, 再利用に貢献する触媒も登場。合成ゼオライトの表面に保持させた触媒層を使って, 廃棄プラスチックを原料の油にもどすことができる。

まず, 各種の廃棄プラスチックを細かく砕いて混ぜ, 比重差



を利用して種類別に分離。次に, 熱を加えて液状にし, 熱分解して合成ゼオライトに保持させた触媒層に接触分解すると, 粗製ガソリンなどを含む油にもどる。1 kgのプラスチックが, 約1 lの油になるとあって, 次世代の触媒として注目されている。

砂漠化を阻止し緑化に貢献

子孫に美しい地球を残したいと願いながら, 環境に悪影響を与え続けてきた現代社会。砂漠

化現象が, 急ピッチで進行中の今, 人類にとって, 地球環境の保全は最大の課題になっている。こうした地球的, 人類的課題も化学の力で改善・解決する道がある。

ポリアクリル酸ナトリウムなどのアクリル酸塩のポリマーは, 水溶性高分子としての特徴を持っており, 化学変化させると吸水性ゲルに変わる。吸水性ゲルは, 自分の重さの数十倍の水を保持することができる。ということは, 植物の成長に必要な栄養分を溶かした水を吸水性ゲルに含ませて, これを砂漠に敷けば, 砂漠に緑を回復させることができるというわけだ。

高分子吸収体(吸水性ゲル)は現在, 紙おむつや生理用品などに広く利用されている。将来は, 砂漠の緑化, 地球環境の改善に高い期待が寄せられており, 多くの専門家によって, さまざまな研究が続けられている。



栄養分を溶かした水を含んだ高分子吸収体を砂漠に敷いて緑をよみがえらせる。

身近な化学工業製品 5

プラスチック (II)

便利で快適な暮らしに、大きく貢献するプラスチック。今後も、人間とプラスチックの共存共栄の時代は続いていく。



高い耐熱性と強度が自慢のエンブラ

ポリエチレンやポリプロピレン、塩化ビニル樹脂など、汎用樹脂といわれるプラスチックは比較的低価格で性能がよいため、大量に利用されている。さらに高い性能や新しい機能を追加したのが、エンジニアリングプラスチック（エンブラ）や特殊樹脂といわれるものだ。

エンブラにはさまざまな種類があるが、ポリアミド（ナイロン）樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、変性ポリフェニレンエーテル（PPE）の5つの樹脂を、需要が高いところから“5大エンブラ”と呼ぶ。

耐熱性は100℃以上、強度も大幅に向上。非常に高熱になる自動車のラジエータータンクなどエンジンルーム内の部品に使われている。また、身近なところではオーディオやゲームソフトのコンパクトディスク（CD）やDVD、パソコン、電子部品など、使用範囲は拡大する一方だ。

終わらないプラスチックの進化

さらに、360℃の超高温にも耐え、金属より硬い新プラスチック“スーパーエンブラ”も登場。また、カーボンファイバーやガラス繊維など、強靱な素材と組み合わせた“複合材料”や、それぞれ特徴が異なる複数の樹脂を混ぜて、機能を飛躍的に上

昇させた“ポリマーアロイ”なども開発された。

スーパーエンブラや複合材料は、人工衛星や宇宙ロケットなどの航空宇宙科学をはじめ、さまざまな分野で広く活躍。プラスチックは、先端技術の発展に大きく貢献している。

バージョンアップで広がる夢

耐熱や強度に優れているだけでなく、特殊な機能を持つプラスチックも多い。最もよく知られているのがフッ素樹脂（4フッ化エチレン樹脂）で、こげつかないフライパンなどに使われている。これは、非粘着性というフッ素樹脂の特質を利用したものだ。フッ素樹脂は“力が加わると摩擦係数が小さくなる”性質を持っており、橋と橋げたの間で使われ、免震構造体として活躍している。

また、水をおいしくする浄水器には、合成繊維のところでも紹介した中空糸が使われている。この合成繊維も、プラスチックの仲間だ。そのほか、人工腎臓や肝臓、海水を真水に変える海水淡水化装置など、命や生活を守る役割も果たしている。

さらに、光で固まる感光性樹脂は超LSIの製造に欠かせない材料のひとつで、新聞や雑誌も、ほとんどがこの感光性樹脂で印刷されている。

もちろん金属や紙、木材などの天然素材には、独特の感触や美しさがある。しかし、天然の素材にはできない“何か”を持つプラスチックは、さらなる夢を抱かせてくれる。



化学技術最先端

ゴミ処理問題を解決し、 医療分野に進出するプラスチック

植物からプラスチック

これまで、石油などから作られていたプラスチックが変わろうとしている。植物由来のプラスチックが徐々に使用されはじめているのだ。

これは、有限な石油資源を節約し、地球温暖化の原因物質の一つである二酸化炭素の増加を防ぐことが目的だ。

植物からプラスチックを作る過程での二酸化炭素の排出量は、石油を原料とするのと変わらない。しかし、廃棄された後に分解、排出される二酸化炭素は、原料である植物が育つ時に吸収した二酸化炭素とはほぼ同じ量なので、実質的には増加しない。

また、植物から作られるプラスチックは、捨てられても土の中の微生物により水と二酸化炭素に分解され、環境への悪影響は小さいと考えられている。

この植物由来のプラスチック、すでに文具や食品包装ラップなどに使われている。2005年の「愛・地球博」では試験的に食器



にも利用された。

植物から作られ、最終的には二酸化炭素と水に分解され、それがまた植物に取り込まれていく。そんなプラスチックが、資源循環型社会のモデルとして普及する日が来るかもしれない。

近い人工臓器の実用化

医療を支える先端技術のひとつに、人工臓器がある。例えば、腎不全じんよぜんの人は体外で血液を浄化（透析）しなければならない。血液を透析する人工腎臓には、前にも述べた合成繊維の中空糸が

使われている。

また、皮膚はキチン（カニなどの甲殻類の甲らに含まれる多糖の一種）の高分子、食道、血管には特殊変性ポリウレタンというように、生体適合性のあるプラスチックが採用されている。それに、人工腎臓の場合、微細な穴があいた中空糸で血液の老廃物を除去する治療方法が普及している。心臓のペースメーカーにも、プラスチックが使われている。

将来、さらに期待されているのが、体内埋め込み型の人工臓器。腎臓のほか、肝臓や心臓でも開発が進められている。臓器移植は、提供者（ドナー）の問題、生体適合性など多くの問題があり、人工的に臓器のすべての機能を代替できるようにできれば、こうした問題も解決するだろう。わが国では、高分子材料や人体の組織の一部や細胞などを組み合わせたハイブリッド型人工臓器の研究開発プロジェクトが進められている。

中空糸が詰まった浄水器のカートリッジ。これと同じようなものが、人工臓器にも使われている。



医薬品

“世界一の長寿国”を誇る日本。なぜ、ここまで平均寿命が延びたのか？ 医薬品の発展と貢献を抜きに語ることはできない。



医薬品に革命を起こしたペニシリン

人類の歴史は、病気との戦いの歴史でもある。医学の発達とともに、優秀な医薬品が次々に開発され、治らないといわれた多くの難病も克服してきた。そして今も、がんや老人性痴呆症、アレルギーをはじめ、世界で大きな問題となっているエイズなどの病気を克服する基礎研究や医薬品の研究開発が積極的に進められている。

世界最古の薬は、紀元前2000年ごろのメソポタミアにあったといわれる。1世紀ごろには、経験的に薬効が証明された植物の本がまとめられるなど、病気治療に対する努力が記録に残されている。しかし、科学的に病気の原因や治療法がわかってきたのは、18世紀末から19世紀にかけてだ。

パスツール（フランス）のワクチンによる伝染病の予防方法、コッホ（ドイツ）の結核菌、コレラ菌の発見。1929年には、イギリスの Fleming がカビが産生する物質の中からペニシリンを発見した。特に、カビが産生するペニシリンは、病原菌に対して高い抗菌効果を発揮することが判明。日本では1944年11月に初めて抽出に成功し、近代医薬品の幕開けを迎えることとなった。

化学の力で医薬品の弱点をカバー！

ペニシリンは、発見からしばらく、多くの病気に効力を発揮する“特効薬”として、医学界で重

要された。またペニシリンの発見は、その後、有効性の高い医薬品を開発する大きなきっかけにもなった。

医薬品の開発と発展を促したのが、化学の力だ。例えば、菌が作り出す抗生物質の量には限界があるため、多くの人々の治療をカバーすることはむずかしい。

そこで化学は、「分析化学」で、菌が作り出す物質の構造を解明。「合成化学」を使って、薬としての効果が高く、しかも副作用の少ない物質を工業的に生産することに次々と成功している。

医薬品の開発は、いまだ過渡期

近年、現代医学の発展で、発病の原因やメカニズムが次々に明らかにされている。これにともない、新しい検査薬や治療薬も開発されてきた。

さらに、高齢化社会ともなう成人病や老人性痴呆症、心臓病、免疫疾患、エイズなど、これまで根本的に治療する方法がなく、治すのがむずかしいといわれた病気を克服する新しい医薬品の開発も始まっている。

また、コンピュータ・ケミストリーや遺伝子組み換え技術などのバイオテクノロジーに代表される先端的な化学の技術を利用した研究開発も活発化。がんやエイズ、アレルギーなど、難病といわれるこれらの病気が、世界から駆逐される日も夢ではないだろう。

病気との戦い 三三三歴史	紀元前2000年 メソポタミアで世界最古の薬	1世紀ごろ 薬になる植物の本ができる	18世紀～19世紀 コッホが結核菌、コレラ菌を発見	20世紀 ペニシリンが初めて治療に使われる

化学技術最先端

病気のメカニズムを解明, 患者個々の違いに即した**医薬品**

新治療法を開発する化学

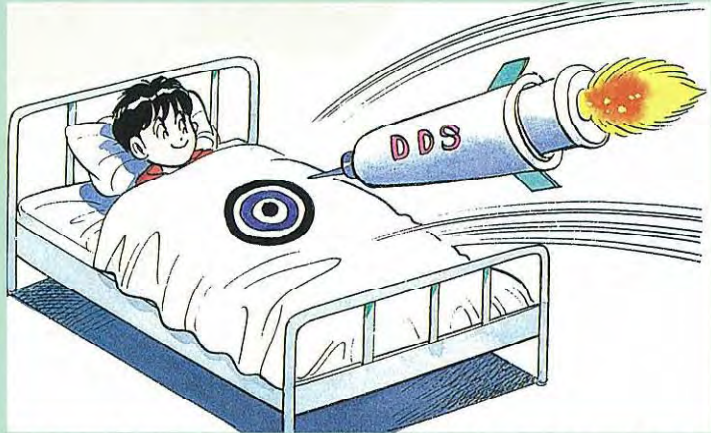
薬の効果を最大限に高め、正常な組織、細胞への影響を最小限に抑える新しいドラッグ・デリバリー・システム(DDS)をめざして研究が進められている。

DDSの基本的な考え方は、「病気の部分にだけ医薬品を届ける」、「患部かんぶにじっくり、ゆっくり医薬品を届ける」、「必要なときに必要な量だけ届ける」とだ。

人間の体は、自ら、必要なところで必要な物質を必要な量だけ生産して供給する精巧なメカニズムをもっている。DDSは、こうしたメカニズムを利用して

いる。体内で代謝されて初めて薬になるプロドラッグなどが増えてきたが、医薬品を必要なところにだけミサイルのように撃ち込むターゲティング・セラピー(ねらい撃ち療法)など、新しい治療法が一般化するにちがいない。副作用が強い制がん剤などには、きわめて有効な治療法といえよう。

DDSや遺伝子治療など、医薬品の新しい挑戦は続く。



また、必要に応じて薬の成分が徐々に放出される医薬品も登場している。持続性製剤じつぞうせいせいざいまたは徐放薬じょほうやくと呼ばれるもので、薬はでんぶんやセルロースの誘導体ひまくだいや合成高分子膜でできた被膜で包まれている。

持続性製剤には、被膜の厚さを調節して、その膜が壊れる速度、放出速度をコントロールしたものと、イオン交換樹脂やプラスチックのマトリックスに薬を付着させ、徐々に放出させるものの2種類がある。

持続性製剤を使うと、薬の効

率的な活用ができる。1日1回、または朝夕2回の服用で十分な効果が得られるので、薬の摂取の負担が軽くなった。

進む遺伝子構造の解明

「ヒトゲノム計画」一人の遺伝子を構成している4種類の塩基の配列解読を完了したと発表されたのは2003年4月。

遺伝子の解明により、遺伝病や先天性遺伝子欠損による病気などのメカニズムや、個人個人の健康面でのリスクもつかめると期待されている。

高血圧や糖尿病といった生活習慣病にも、それぞれに関係する遺伝子の探求が進んでいる。

薬の効き方が患者ごとに異なる原因も、遺伝子の個人差であった事なども発見されている。個人の遺伝子の違いを事前に診断し、遺伝子の違いに合わせて、効き目が高く、副作用の少ない投薬を行う「テーラーメイド医療」の実現に向けて日々研究は、前進している。

身近な化学工業製品 7

化粧品

私たちの生活に、“華やかさ”と“喜び”を提供してくれる化粧品。さらに、“健康な肌”へと、化粧品の追求と挑戦は続く。



✕ “美しく装う”から“健康な肌”へ

“化粧”の歴史は、紀元前3000年～2500年にさかのぼる。化粧には、“美しく装う”だけでなく、儀式や慣習的な風習、宗教的な意味が込められた時代もあった。やがて、時代が落ち着くにつれて美しく装うことに、より強い目的が置かれるようになった。そして化粧品は、美しく装うために不可欠な道具として発展してきた。現在では、老若男女を問わず、ほとんどの人が何らかの化粧品を使用しているほど、深く生活に入り込んでいる。

近代に入って化粧は、美しく装うという当初の目的に加えて、“みずみずしい健康な肌へ”という皮膚が本来もっている生理機能を促進させることに力点が置かれるようになってきた。外見的美しさだけでなく、健康な肌、さらには人間的な内面の美しさにも効果を与えるような化粧品の開発が進められている。

✕ 環境悪化から肌を守る

人類にとって、“老化”は古代からの大きな関心事であった。どうすれば、“老化”が防げるのか？これは、今にいたるまで解決されていない人類の永遠のテーマといえるかもしれない。

化粧品もまた、永遠のテーマに取り組んでいる。皮膚の老化のメカニズムを探求し、その予防や皮膚が本来もっている生理機能の回復を促す成分を

解明し、それを配合した化粧品も登場した。

皮膚の老化は、紫外線が大きく関係すると考えられている。紫外線を効果的にコントロールすれば、老化を20年遅らせることも可能だといわれるほどだ。現在、地球環境の悪化が叫ばれるなかで、オゾン層保護が世界的にも高い関心を集めている。オゾン層は、太陽からの有害な紫外線を、直接、地球上に到達しないように吸収してくれる。オゾン層が破壊されていくと、健康な肌に悪影響を及ぼすだけでなく、皮膚がんが増加するともいわれる。

オゾン層破壊の影響だけではないが、有害な紫外線から肌を守るために、UV（紫外線）カット成分を含んださまざまな化粧品が、次々に開発されている。近い将来、化粧品も、予防的な機能を持った商品への期待が高くなるかもしれない。

✕ 先端技術による新成分の開発

化粧品に含まれる成分は、その機能を発揮する最もたいせつな要素である。したがって、新成分の開発には高度な最先端技術が応用されている。有機合成技術はもとより、無機化学やバイオテクノロジー、セラミックス技術、さらには超微粒子技術など、小さな化粧品容器の中には、各種の最先端化学技術が凝縮されているというわけ。

また、成分開発を支えているのは、ほかならぬ皮膚科学である。皮膚の構造やメカニズムの解明、そして必要な成分の研究が続けられている。



化学技術最先端

化学と手を組む**化粧品**の 新しいコンセプトは“自然志向”

化学技術で生まれる新成分

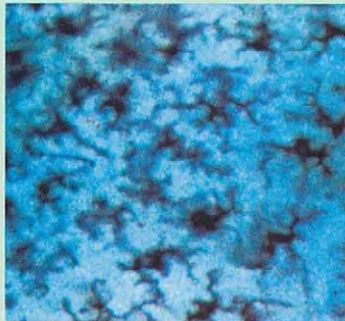
毎年、多くの新しい化粧品が店頭で登場しているが、これらの商品には、合成化学の技術によって開発された新しい成分が配合されている。コラーゲンやヒアルロン酸ナトリウムなどがその代表で、これらは保湿効果を高める成分として重宝されている。

また、新成分の開発だけでなく、数種類の成分を組み合わせ、目的とする機能を発揮させるようにする技術の開発も進められている。これも、化粧品会社の重要な研究開発のひとつである。

成分開発と同様に、皮膚科学もたいせつな位置を占めている。化粧品が、医療の分野に近づくのともなって、医薬品と同じ成分を使用するケースが増えてきている。

化学の力でナチュラル宣言

最近、化粧品の多くが“ナチュラル”をアピールするようになってきた。テレビのCMでも、



紫外線を浴びていない正常な肌。細胞も、美しい形をしている(左)。右は、紫外線を浴びてダメージを受けた肌。細胞の形はくずれ、数も減少している。日焼け止め化粧品を塗ると、左のような肌が保てる。



女性の美しさも化学技術の成果？

天然成分や植物成分といった表現が盛んに使われている。

これは、化学合成の力で、天然の植物や種子の成分の働きを化粧品へ応用できるようになったからだ。化粧品に含まれる肌をいたわりながら汚れを落としてくれる界面活性作用には大豆やトウモロコシ、防腐作用にはムクロジなどの天然種子の成分の働きが応用されている。

こうした流れに沿って、古来から薬用として使われてきた植物エキスの化粧品使用の研究も

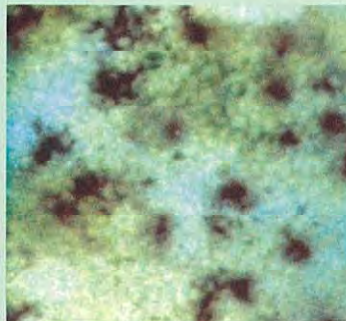
活発化している。また、漢方薬やハーブ類などの化粧品併用の研究も盛んだ。

広がる化粧品の世界

日本は、紅・白粉(おしろい)と髪につけるつばき油が化粧品の代表であった時代が長かった。しかし、生活様式の変化とともに、最近ではスキンケア、メイクアップ、ヘアケアなどを中心に、それぞれの目的に応じた機能を持つ化粧品が誕生。

と同時に、皮膚科学の発達とともに、単に“装う”ことから皮膚の持つ機能の活性化へと変わってきている。

これまで女性のものであった化粧品が、男性の世界に深く入り込んできた原因は、そのあたりにあるのかもしれない。こうした傾向は、将来的にはもっと強くなるだろうし、同時に化粧品には今以上に治療や予防など、さまざまな機能と要素が加わってくるにちがいない。



食品・飲料

人間が生きていくうえで、絶対に欠かすことができない食品と飲料。実は、これらにも化学の力が大きく貢献している。



化学製品は食べ物の名脇役

食品や飲料は、化学とは無縁のように思えるが、実は化学の力が大きく貢献している。最近では食生活の多様化で、食品の種類は大幅に増加。いろいろな加工食品が、食卓を飾るようになった。この加工食品を陰で支えているのが、化学工業である。

製品は、食品添加物としても利用され、食品の製造や加工に使われている。グルタミン酸などのアミノ酸は調味料に、糖アルコールやオリゴ糖などの各種甘味料はダイエット食品や飲料に、また食品添加物は食品生産に重要な働きをしている。

パン食派の朝食、トーストとコーヒー。トーストに塗るマーガリン、コーヒーに入れるミルクには成分の分離を防ぐために「乳化剤」という食品添加物が使用されている。もちろん、マヨネーズやチョコレートなどの生産にも、乳化剤は必要不可欠。

ハム、ソーセージをはじめ、ちくわやかまぼこの製造にも、リン酸塩や亜硝酸ナトリウムなどの食品添加物が重要な働きをしている。また、アイスクリームやソース類には増粘剤という食品添加物が使われている。さらに、缶詰ミカンの皮むきは塩酸や水酸化ナトリウムを使って行われる。

食品添加物は安全性を最優先

なかには、食品の酸化劣化やカビの繁殖防止など、食品の品質を長く保持するための添加物もある。

いずれも、食卓に高品質の食品を届けるためには欠かせない化学製品だ。

もちろん、人の口に入る化学製品だけに、安全性には最大の配慮が払われている。各種の毒性試験や発がん性試験などのテストを受け、人間にとって安全性が確認されたものだけが食品添加物として使用できるようになっている。

製造と保存をサポートする化学製品

もうひとつ、食品の劣化防止に使われているものに工業ガスがある。そのひとつ、加工食品の製造過程で活躍しているのが窒素ガスだ。不活性の窒素ガスを食品の容器・包装に封入して、酸素を追い出しておくことで、酸化による劣化を防げるというわけ。

削り節（かつおぶし）やコーヒー、乾燥しいたけなどのパック製品の製造にも使われており、食品の香りと高い品質を保持する役割を果たしている。また、コーラやサイダーなど、炭酸飲料のシュワーという涼しい感覚とのどごしを与えてくれるのは、炭酸ガス（二酸化炭素）だ。

また、レトルト食品は複合フィルム、ファミリーレストランは液体窒素の冷凍技術と、化学製品・技術がさまざまなところで活躍している。

化学と食品が今後、新しい食品の開発にもっと協力していけば、次世代の食文化を創造することもむずかしくないだろう。



化学技術最先端

より“体にいい”食べ物の提供が 食品・飲料の永遠のテーマ

健康を促進する食品の研究

人にとって、食べることには、3つの重要な意味がある。まず、活動に必要なエネルギーを補給する。次に、食品中に含まれる有用物質を摂取して、健康な体づくりをする。そして3つめが、動物のえさと違って、おいしいものを選んで食べて、生活を楽しむということだ。

こうした食品の役割のうち、「お腹の調子を整える」など健康上の特定の目的をもつものが「特定保健用食品」だ。食物繊維やオリゴ糖、乳酸菌などを多く含んだ食品が出回っている。

また、エイコサペンタエン酸やドコサヘキサエン酸など、化学の力で魚類に多い有用物質の作用の解明も進み、健康面によりとされていた食品が、改めて再評価されるようになった。

血圧などの生体機能の調節や制御、アレルギー体質の改善、免疫力を強化して病気への抵抗

生クリームを果汁と混ぜるとホイップしない。でも、高機能性クリームなら、写真のようにきれいにホイップする。



冷凍耐性の強いイーストができたので、いつでも手軽に、焼き立て「パン」が作れるようになった。

力をつける、さらに新陳代謝を活性化し、老化を抑え、いつまでも若い体と精神を維持することは、バランス良い食事で行われる。その上で、特定保健用食品は補助的に摂取するものと理解するべきであろう。

画期的な超低温処理

液体窒素の温度は、マイナス196℃の超低温の世界。最近では、食品の冷凍には、機械式冷凍が多いが、液体窒素の超低温は、

意外にも身近な食品に利用されている。

たとえば、魚などの生鮮食品は、ゆっくり冷凍すると細胞質が破壊され、せつかくのうま味が逃げてしまう。そこで、活躍するのが液体窒素。食品を、超低温で一気に冷凍することができるので、解凍後も新鮮さとおいしさが味わえる。

また、フリーズドライ食品も超低温を利用した新時代の代表的食品のひとつだ。食品を液体窒素で急速冷凍した後、真空状態で凍った食品の水分(氷)を取り除いて乾燥させる。香りや栄養を損なわず、長期間の保存も可能だ。

フリーズドライ食品は軽くて、コンパクト化もできるとあって、味噌汁やコーヒーをはじめ、ハイキングでの本格的な食事、緊急時の非常食など、活躍する場面は多い。未来の食卓にのぼるのは、食器とお湯とフリーズドライ食品なんてことになるかもしれないね。

接着剤

人間関係以外なら、どんなものでもくっつけてくれる接着剤。これから、どんな接着剤が登場するか寄せられる期待は大きい。



種類が豊富な接着剤

接着剤は文字どおり物と物をくっつけるものだが、その種類は驚くほど多い。種類がふえたのは幅広いニーズと用途に合わせて、いろんな条件に合う接着剤の開発が進められたからだ。

- ①接着の対象となる材料の性質。
- ②接着作業に要求されるスピードはどの程度か。
- ③接着後、温度などの環境変化にどの程度耐える必要があるか。
- ④塗布対象の機器の使用条件に適合できるか。

など、接着剤はいろいろな条件を満たす必要がある。日本の接着剤の年間生産量は約110万トン(2005年)である。種類別では、ユリア樹脂やメラミン樹脂などの樹脂系が、かつては一番多かったが、現在では全体の27%であり、酢酸ビニル樹脂系などの水性型が29%を占め、粘着剤ともいわれる感圧型が伸び16%、ホットメルト型10%と続く。

家庭から航空・宇宙まで

身近な家庭用品をはじめ多くの産業分野で、幅広く使われている接着剤だが、歴史は古く、紀元前3000年ごろ、エジプトで使われていた“にかわ”に始まる。日本では、奈良時代から麦粉で作ったしょうふやご飯つぶを練った続飯(そくい)が接着剤として使われていた。工業用に使われ始めたのは明治末期の合板(ユリア樹脂やメラミン樹脂

で接着)からで、歴史は意外に新しい。

現在の用途別の出荷率を見ると、最も多いのは合板・木工関連で36%を占めている。次いで建設、包装、自動車(シーリング材を含む)が続いている。家庭用は、全体の消費量の1%程度にすぎない。

接着の対象が木材や紙から金属やプラスチックへ広がるのにもない、より強い接着力(結合力)を持ち、耐久性の優れた材料が要求されるようになった。自動車や電気・電子工業では、生産性向上のために硬化時間短縮の要望から、瞬間接着剤シアノアクリレートや感圧形の接着剤が増えている。また、環境にやさしい接着剤として、ホットメルト形や水性形も増加しており、接着剤の種類はさらにふえる傾向にある。

生活必需品になった接着剤

DIY(日曜大工)が生活に入り込み、クギに替えて接着剤を使用するケースが増加している。家庭で使われているのは、セルロース系や酢酸ビニル系、合成ゴム系、エポキシ樹脂系、シアノアクリレート系など種類も多く、接着対象になる材質や接着箇所を考えて、必要に応じて接着剤を選ぶようになった。家庭用は一般消費者が対象になるだけに安全性、保存性や使い易い容器など、さまざまなくふうがこらしてある。また、地球環境問題を考慮して、家庭用接着剤は、有機溶剤を含まない水性系などへの転換が図られている。

広がる一方の用途

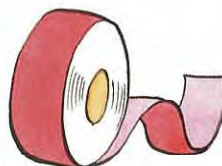
木工用



建築用



包装用



自動車用



化学技術最先端

半導体からスペースシャトル、 建造物まで、なんでもくっつける**接着剤**

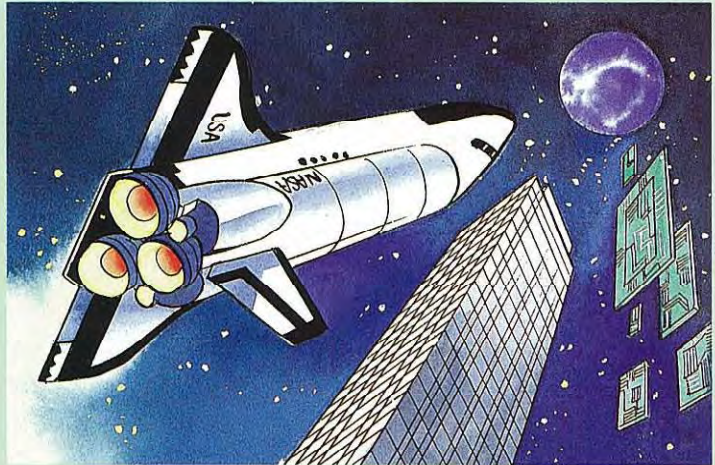
電子部品の小型化に貢献

日本の産業発展の中核^に担っているエレクトロニクス産業は、半導体など電子部品の高性能化、小型化、軽量化、薄型化などに支えられて発展を続けている。

その発展に、深くかかわっているのが接着剤だ。電気・電子部品や機器に幅広く使用され、機器の軽薄短小化に貢献している。

例えば、電子機器のプリント基板の銅箔とフェノール、ポリイミド樹脂の貼り合わせにはプラスチック、合成ゴムとエポキシ樹脂の複合接着剤が使用されている。情報・通信機器^{すいほうしんとうし}に使用される水晶振動子^{すいしょうしんどうし}では、水晶表面の導体とリード端子の固定に導電性接着剤を使用。

また、半導体では、ワイヤボンディングやパッケージに接着剤が使われている。このほか、スピーカーや光ディスクなど、接着剤の活躍^{まいご}の場は枚挙^{まいきよ}にいと



まがない。

さらに、液晶ディスプレイ(LCD)のガラス基板の接着にも、重要な役割を果たしている。ハードディスクドライブなど、電子機器の小型化にはモーターが長期的に、均一の回転をすることが重要だ。そのために接着剤が使われているが、より厳しい要求に対応した製品開発が続いている。

人気のハニカム構造体

宇宙旅行を“現実”に近づけてくれたスペースシャトルは、打ち上げに必要なエネルギーをより小さくするために、機体の本体にアルミニウム合金とともに、ハニカム(六角形の蜂の巣状の構造体)を使用している。ハニカム構造体は、ハイテク分野だけでなく、ビルの外壁への使用が活発化している。ハニカムの両面をアルミニウム、鉄板の表面材で接着すると、軽量で強度が高く、かつ断熱性や防音性に優れた建築が可能になるからだ。

また、従来の高層ビルに使われているコンクリート壁に比べて軽量なので、工期短縮ができる。さらに、コンクリートは重いので、輸送するときに多量の二酸化炭素を発生させることになる。その点、ハニカム^{ハニカム}は輸送エネルギーを大幅に削減できる^{さくげん}ので、環境問題の改善にもなる。

ゴルフボールの上で回転中のコマを、一瞬のうちにくっつけてしまう強力な接着剤。



塗料・インキ

生活に、鮮やかな彩りを提供してくれる塗料と印刷インキ。環境にやさしい化学製品に進化し、新たな機能をまとう。



塗料とインキは似たものどうし

私たちの町や村など、人間の生活空間を彩ってきた塗料。記録や情報伝達の手段として、文化を支えてきたインキ。塗料とインキは、材料と製造技術はよく似ているのに、異なる技術領域に属する製品のように見られている。しかし、その違いはおもに用途によるもので、どちらも数千に及ぶ原材料を多種多様に組み合わせる高度な配合技術によって作りだされる化学製品である。

塗料といえば刷毛やスプレーで塗装するペンキ、インキといえば新聞や本を印刷するもの——私たちは、とかくこのような認識しか持ち合わせていないが、じつは塗料もインキも身の回りのあらゆるところで、さまざまな役割や機能を持って私たちの生活を豊かに快適にしてくれている。

素材の保護と美の実現——塗料の役割

家やビルなどの建造物、船や自動車などの乗り物に使用する鉄・コンクリート・プラスチック・木材などの素材は、そのままの状態では水・熱・光・塩分といった環境因子によってさびたり、もろくなったり、分解したりして、やがて用をなさなくなる。ところが、これらの素材に塗料を塗ると、その表面に丈夫な塗膜ができて内部の素材を保護する。さらに定期的な塗り替えや補修によって、建造物や乗り物の寿命を何倍にも長持ちさせ

るので、省資源や環境保全にも役立つ。

生活環境のカラー化は、都市景観から身のまわりのインテリアや携帯電話、自動車・鉄道車両・航空機の色彩設計など、あらゆるものに及んでいる。塗装という比較的容易な方法によって、私たちが目にし、手で触れるものに色彩や光沢を与え、バラエティ豊かなデザイン効果を生みだして、暮らしに潤いや安らぎをもたらしてくれる。高度な技術が可能にした、自動車のメタリック塗装や携帯電話のカラフルで鮮やかな塗装などは、その代表的なものといえるだろう。

衣食住あらゆるところに印刷物

インキによる印刷は、紙に彩色を行うにとどまらず、布、プラスチック、金属、ガラス、陶器、木材、皮革など、多様な素材に範囲を広げている。私たちが普段気づいていない印刷物の例をいくつか挙げてみよう。いくつ知っているかな？

ワンピースやブラウス・シャツ、カーテンなどのプリント柄は、顔料捺染用インキや昇華転写用インキが使用されている。缶詰や飲料のボトルや缶も印刷。ホーロー鍋の絵はスクリーンインキ、金属製の弁当箱の絵や模様は、金属インキで印刷されている。和室の天井板や食器戸棚やテーブルには木目印刷が施され、石と見間違える外壁材にも最新の技術を駆使した印刷物で、過酷な天候にも耐える特殊なグラビアインキが用いられている。



化学技術最先端

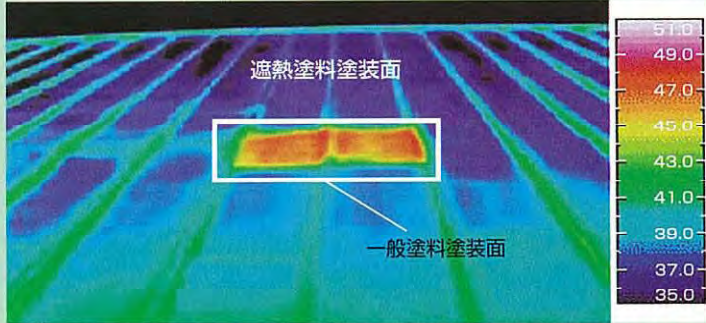
塗料やインキも環境にやさしく 機能性を持たせて快適な暮らしに貢献

地球にやさしい塗料・インキ

建造物や乗り物に使用される塗料は従来、合成樹脂や顔料などを有機溶剤で溶かして揮発させ、樹脂分を固めて塗膜を作るのが普通だった。この方法では、揮発性有機化合物(VOC volatile organic compounds)が空气中に拡散し、浮遊粒子状物質や光化学オキシダントの原因になるおそれがある。

そこで、塗料業界ではいち早く対策を進め、低VOC塗料や有機溶剤を使用しない水性塗料の割合を拡大させている。例えば、自動車の塗装では水性塗料の使用が進み、4層、5層と塗り重ねる塗料のうち、すべての層で水性塗料を使う色も増えている。メタリック塗装など特殊な色でも、最外層だけに水性以外の塗料を使うのが当たり前になっている。

VOCの抑制は、印刷インキの世界でも同様に進められ、溶剤



▲遮熱塗料。写真は屋根面に遮熱塗料と一般塗料を塗装し、その温度を測定しサーモグラフィーで表示したもの。遮熱塗料の部分は青色が広がり、温度が低いことを示している。

の一部やすべてに植物性の大豆油等を使ったインキの使用が増えている他、有機溶剤を使用しない水性インキや紫外線硬化型インキも登場している。

表面が汚れない塗料

保護と美観という従来の役割に加えて、特別な機能を持たせた塗料が次々に登場している。これらを機能性塗料と呼ぶが、最も注目を浴びているものは、光触媒を利用した汚染防止塗料

かもしれない。

光触媒は、酸化チタンの持つ「紫外線が当たると有機物を分解し、非常に水になじみやすくなる」という性質を利用したもので、雨が降るたびに表面の汚れを落としてくれる。この光触媒を含んだ塗料は、汚れを嫌うガラスの表面などに使われるようになってきた。

機能性塗料としては、太陽光の反射率を高くして建物や都市の気温上昇を抑制する遮熱塗料や太陽熱高反射塗料、電波の乱反射を抑えてIT機器の誤作動を防ぐ電磁波吸収体(塗料)なども話題性が高い。

後者は、ETC(料金自動徴収システム)の天井や壁などにパネルとして貼られているが、ETCの試験運用が始まった当時、ゲートのアンテナと車載機との通信に使う電波が天井や壁などに乱反射し、料金の課金やゲートの開閉ができないことから使用されるようになった。塗料としても様々なところで利用されるようになってきている。



▲光触媒塗料を塗ったガラス(北海道、新千歳空港)

洗剤・洗浄剤

毎日の生活に清潔さをもたらし、健康で快適な生活を提供してくれる洗剤類。洗浄によって、衛生的な生活がもたらされた。



洗浄は、生活や産業に不可欠

家庭での“洗浄”は、清潔を保って衛生的な生活をするとともに、衣類や食器などをきれいな状態に戻して、再利用できるようにする。

一方、多くの産業分野でも洗浄は欠かせない。溶接、メッキ、塗装、ハンダなどの前処理として行われる脱脂、酸洗工程も洗浄のひとつ。また、汚れを極端に嫌う最先端の半導体や精密部品なども洗浄は不可欠である。

家庭や身の回りでは洗剤が使用され、産業分野では洗剤や洗浄剤のほか、溶剤と呼ばれる化学製品も用いられている。産業が高度化するほど、汚れは機能発現の妨げとなるだけに、洗浄の役割は、ますます大きくなっているといえよう。

洗浄＋新機能洗剤の登場

私たちの家庭では、多種多様な洗剤が活躍している。洗濯機のそばには洗濯用洗剤、台所には食器用洗剤やクレンザー、洗面所には手洗い用のセッケン、お風呂にはボディソープやセッケン、洗髪用のシャンプーというぐあいに、種類は実に豊富だ。そのほか、掃除には欠かすことができない住宅用の洗剤もある。窓ふき用、浴槽用、トイレ用など、洗浄するものとその汚れの性質に応じて各種の掃除用洗剤が商品化されている。これらの洗剤は、界面活性剤を主成分に、目的と用途に

じたさまざまな添加剤を加えてつくられる。

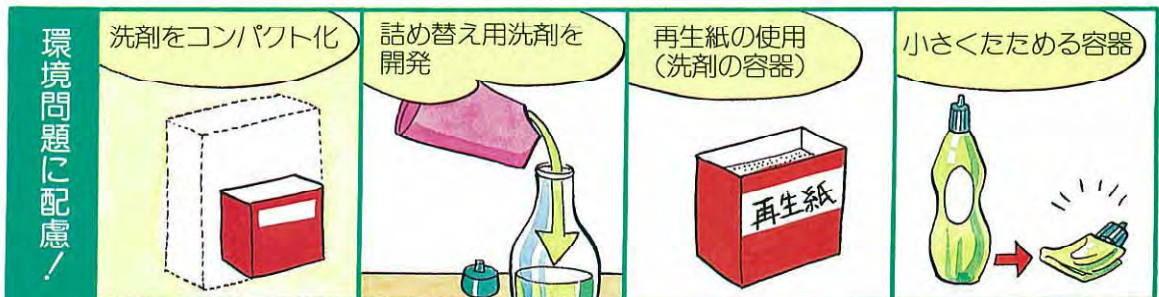
洗濯用洗剤においても、これまでに洗浄力以外の多様な機能が付け加えられてきた。洗い上がりの香りのよい洗剤、酵素や漂白剤の入った洗剤などである。最近では、シワ防止や防臭効果のある洗剤も登場している。今後も、新たな機能を付け加えた洗剤が、続々登場してくるだろう。

活発な環境への取り組み

また、洗剤メーカーはこれまで以上に環境問題への取り組みを活発化させている。過去には家庭排水による河川のアワだちなどの問題への対策として、成分を生分解性の早いものに変更した。さらには、リンを使わないなど環境問題に配慮した多様な製品が素早く開発されている。

なかでも、際立っているのが日本で開発され今や世界標準となった洗濯用洗剤のコンパクト化だ。まず生産、エネルギー、物流コストが削減される。そのうえ、使用後に廃棄する時には、小さいのでゴミの減量にもつながる。

また、店頭では詰替え用もあたり前になっている。これもゴミとしての容器を減らすと同時に、資源の節約にもつながる。そのほか、再生紙の使用や捨てるときにカサばらないように小さくたためる容器など、そのくふうはさまざまな部分に及んでいる。



化学技術最先端

コンパクト化と洗浄力アップで 人と地球を思いやる**洗剤・洗浄剤**

生態系全体を考える

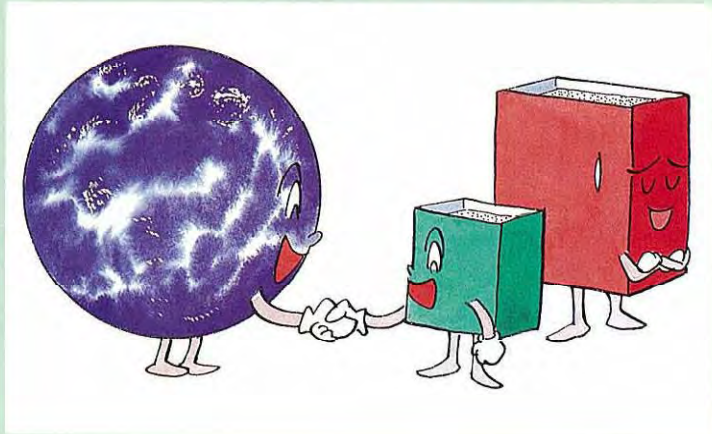
環境に出された化学物質が、人や動植物など生態系に悪い影響を及ぼす可能性を、化学物質の環境リスクという。現代の洗剤は、使用する人への安全はもとより、水中の生物や動植物への影響を考えて、あらかじめ環境リスクを評価して商品開発することが前提になっている。

また、洗剤の原料となる油の生産から、製造や輸送のエネルギー、使用して廃棄されるまでの全工程で、環境への配慮が求められている。

そのため、使用後は微生物によって素早く分解されたり（生分解性）、また一回の使用量が少なくすむような工夫も必要になる。それだけに、使うときに計算しやすい容器の設計も重要だ。

くふうが環境を守る

いろいろな洗剤を使う家庭では、使い終わると当然、容器は



ゴミとして捨てられる。そのために、ゴミをできるだけ減らすくふうも続けられている。

例えば、洗濯用洗剤では20年ほど前にコンパクト洗剤が登場。それまでの洗剤に比べて、約1/2の容量になった。もちろん、洗浄能力は従来のもものと変わりはない。

バイオテクノロジーの発達により生産エネルギーは現在までに約2割削減でき、小さくなったことで、トラックにも多く積めるため、輸送エネルギーは半

分に減少。さらに、洗剤の包装材料も3/5ですむなど、環境改善に大きく貢献するようになった。

進む洗剤成分の技術革新

現在では、洗剤に酵素が使用されるのはあたり前になってきた。タンパク質分解酵素や脂肪分解酵素、デンプン分解酵素などをはじめ、繊維の中に溶け込んだ汚れを落としやすくするセルラーゼなども使用されている。

今後も、汚れの各成分にそれぞれ対応する各種酵素が使用されていくにちがいない。酵素の働きによって、洗浄力を高めることができれば、さらにコンパクトになり、使用量を減らすことも可能であろう。

洗剤成分の技術革新に加え、洗剤の働きを高める使い方が、少ない洗剤量で優れた洗浄力を発揮し、なおかつ環境への影響を少なくすることにつながるだろう。



界面活性剤が汚れを包み込み、汚れを浮か上がらせている（ローリングアップ現象）。

農薬・肥料

人間が生きていくうえで、絶対に欠かせないものが食料。その生産性の向上と、高品質化を援助してくれるのが農薬と肥料だ。



人類の生存を支える農業

食料は、水や空気と同様に、人間が生きていくうえで欠くことができない。食料生産のカギを握るのは、ほかならぬ農業だ。しかし、日本の国土は狭い。したがって、いかに効率よく農業の生産性をあげるかが重要なポイントになってくる。

また、発展途上国では爆発的な人口増加が予測される。それに対応するためにも、農業の役割は決して小さくない。農業の生産性の向上を促進してくれるのが、農薬や肥料だ。もし、農薬や肥料の進歩がなかったら、生産性の向上はおろか、収穫量は確実に減少するに違いない。

現在、日本の農業は、米をはじめとする農産物の輸入自由化により、厳しい国際競争に直面している。それだけに、農薬や肥料を効果的に使用して、国内生産の効率化を図らなければならない。農業の技術革新が求められるなかで、農薬や肥料の果たすべき役割も、ますます重要になっている。

変わる農業を支える肥料と農薬

現在、日本農業は大きな課題をいくつも抱えている。安全保障や環境の観点からの食料自給率の向上や、自由化による価格競争力の向上の問題。より品質の高い農産物を求める消費者の増加。加えて、農家では農業従事者が高齢化し、従事者も年々減少している。戦後最大の世代交代期を迎え

ていることなどである。

そこで、今まで以上に効率的で安く安全な生産物の供給が、農業に求められている。農薬や肥料では、それらをまく作業をより効率的に、また、より少ない量で効果を発揮する製品などが開発されている。どんなに時代が変わっても、人間が食料を必要とするかぎり、農業がなくなることはない。と同時に、農業の生産性の向上と高品質化は、農薬や肥料なしには考えられないだろう。

安全性と環境保全も忘れない

農薬や肥料は、国の厳しい基準によって管理されている。したがって、適正な量を適正に使いさえすれば、心配はない。

農薬は、人や作物・環境に対する安全性などの確認のためにさまざまな試験データを国に提出し、農薬登録を取得しなければ使えない制度になっている。登録の際に使用方法は決められるが、さらに、人への安全性、環境への配慮や思わぬ事故を防ぐための努力も続けられている。

一方、植物の栄養素である肥料は、適切な施肥がなによりたいせつ。必要以上に使い過ぎることは、資源のムダ使いにもなる。やはり、適正な時期に、決められた量を正しく使用することが、生産性と安全性の向上、環境の保全につながるといえよう。



化学技術最先端

環境保全の動きに歩調を合わせて、 機能と効力の改良が進む**農薬・肥料**

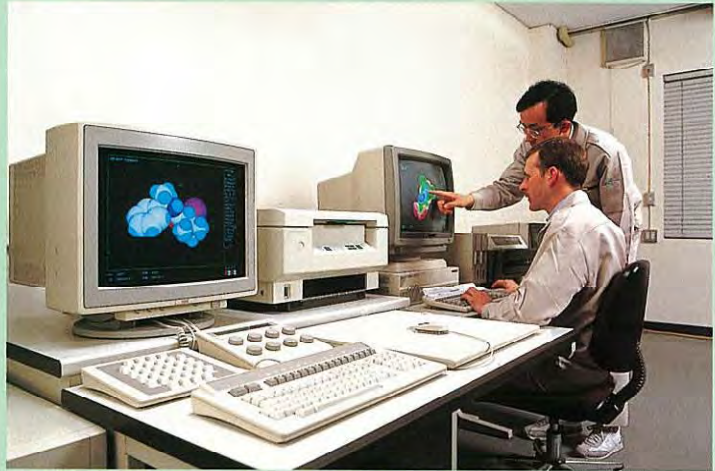
進む農業の技術革新

農業では、細胞融合などのバイオテクノロジーを駆使して、病害虫や寒さに強い品種、人体に有害なアレルギー物質を減らした品種など、さまざまな品種改良が進行中だ。新鮮さが長持ちして腐りにくいトマトや青色のカーネーションなども登場。また、栽培方法も多様化し、ハウス栽培による野菜が急増。一部では、土を使用しない水耕栽培で野菜を育てる工場もある。

このように、作物の品種改良や栽培方法の変化にあわせて、農薬や肥料も新しい時代を迎えつつある。

“自然”を応用した農薬

農業では、自然のメカニズムを利用した農薬も開発されている。そのひとつが、自然界に存在する天敵に、病害虫を防除させる“天敵農薬”だ。さまざま



コンピュータ・グラフィックを使って新しい農薬を開発。

な生物に必ずあるといわれる天敵を使う方法で、すでにハウス栽培などで使用されている。

また、生物が仲間を呼び集めたり、遠ざけたりするときに分泌する物質（フェロモン）を利用した害虫防除も実用化されている。化学的に合成したフェロモンを使って、昆虫などのオスがメスを見つけられないように

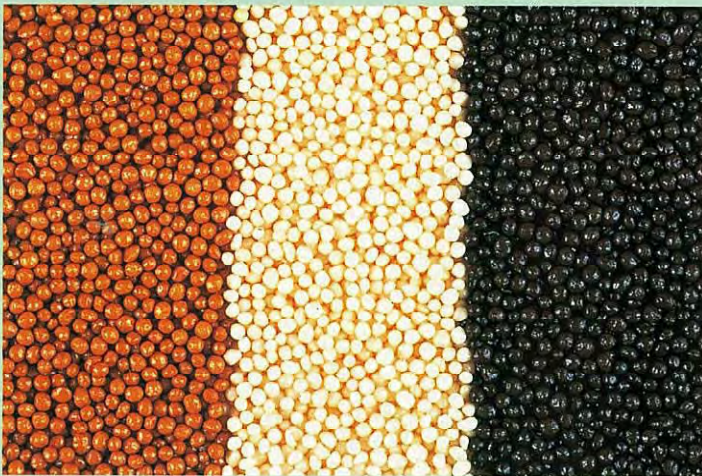
する方法で、自然に害虫を減らす効果がある。

高度化する肥料の機能

肥料は、窒素、リン酸、カリを3要素に、作物の成長を促すことを目的に使われてきた。その役割は、現在も今後変わらないが、肥料の機能は以前よりはるかに多くなった。

水耕栽培や家庭園芸などに使われる液体肥料もそのひとつ。よく、花や植木などの鉢にさしてある、あのコンパクトな肥料がそれだ。

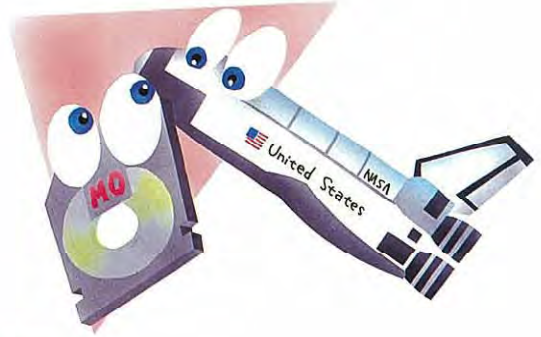
さらに、長期間にわたって、有効成分が徐々にとけ出す緩効性肥料（コーティング肥料など）も登場。この肥料を使うと、まく回数を減らすことができる。また、稲が倒れにくくする肥料、食味が向上する施肥法も開発され、施肥の省力、収量の増大、食味向上に貢献している。



肥料成分のとけ出しをコントロールできるコーティング肥料。

ガラス & セラミックス

新しい技術によって生まれた優れた特性を持つガラスとセラミックスは、すでに私たちの身の回りで、大活躍している。



先端技術から生まれたニューガラス

私たちは、窓ガラスをはじめ鏡、コップやビン、電球など、実に多くのガラス製品に囲まれて生活している。歴史をたどれば、およそ4000年もの昔から、人類はこうしたガラス製品を使いこなしてきた。そして今日、化学技術の発展によって、ガラスは新しい未来を切り開こうとしている。

その代表が、ニューガラスと呼ばれる新素材だ。ニューガラスは、文字どおり新しい材料と製造技術、精密加工技術によって誕生した。ガラスが本来持っている優れた性質を、今まで以上に強化・向上させ、高機能化した新しい化学工業製品である。

ニューガラスは、これまでのガラスにない特徴と特性を持つ。まず、光学的に均質で光をよく通す。さらに、化学的耐久性に優れ、表面処理ひとつでいろいろな機能を付加することができる。

すでに製品化されているものに、化学原料と特殊な製法によって開発された通信用光ファイバー、電波によって起こるコンピュータの誤作動を防止する電磁遮蔽ガラス、メガネに使われる光が当たると着色するフォトクロミックガラスなどがある。

また、ガラス製のナベや食器類には耐熱性と強度が高い結晶化ガラスが用いられている。それに、回収・再使用できるリターナブルガラスは、一般のガラスとしても使用されているが、環境保全に貢献するガラスとして注目を集めている。

幅広く活躍するファインセラミックス

従来のセラミックスは圧縮力には強いが、曲げや伸びに弱く、傷が入ると壊れやすいもろさがあった。その弱点をカバーし、機能を高度化させるために、化学組成、微細組織、形状や製造工程を細かくコントロールして製造されたのが、ファインセラミックスだ。

ファインセラミックスは、従来の陶磁器、タイル、耐火物、セメントなどと、原料や製造方法が異なる。ファインセラミックスの研究開発は、1950年代から始まり、海外では、圧電体や各種センサーとして実用化されている。

わが国では、30年ほど前から省資源、省エネルギー意識が高まり、省力化するためにガラスが持つ特定の機能を最大限に引き出す研究開発がスタート。以来、世界をリードする数々の開発成果をあげ、今日では世界の最先端を走っている。

ファインセラミックスは、高強度、耐熱性、化学的安定性に優れているだけでなく、生体になじみやすい（親和性）など、数多くのメリットもっている。ファインセラミックスは主に、IC基板や各種センサーなどに使用されるエレクトロセラミックスと、切削工具や高効率熱機関材などに使われるエンジニアリングセラミックス、人工骨、人工歯などで重宝されるバイオセラミックスの3分野で幅広く活躍している。



化学技術最先端

インターネットを支え、 温暖化防止に貢献する最先端ガラス技術

光回線網を支える光アンブ

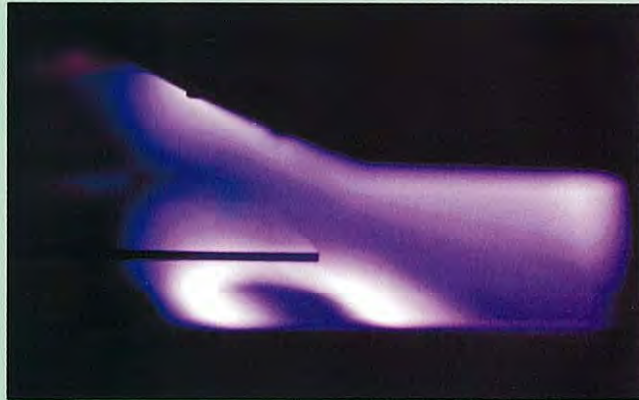
インターネットでは世界中に張り巡らせた光ファイバー網の中を、膨大な量の情報が行き交い、その情報量は年々増え続けている。そこで1本のファイバーで送れる情報量を増やすために、波長が異なる複数の光の信号を同時に送るWDMという技術が取り入れられている。テレビで複数のチャンネルが同時に送られてくると似たようなイメージを描いてもらえばいい。

ところで、その光ファイバーはガラス製品。シリカ（石英）ガラスと呼ばれる素材で、その中を光の信号が送られていくのだが、100Km進むと光の強さは100分の1ほどに低下してしまう。

そこで光ファイバー網には、低下した光の信号を増幅する「光アンブ」というものが欠かせない。最初に触れたように、情報量を増やすためには、波長の異なる複数の光の信号を同時に送る必要がある。そのため、光アンブにおいても広い範囲の



ネット社会を支える光ファイバー。



スパッタリングという技術でマイクロな膜のコーティングを施す。

波長をカバーできるような性能が望まれている。その要求に応じて開発されたのが、ビスマスという元素を主成分とし、そこにエルビウムという元素のイオンを添加した特殊なガラスの光ファイバーだ。

また、光ファイバー網の幹線から会社や家庭などへ分岐していく所には、光合分波器という素子がある。光の信号は、この素子を通るたびに強さが約4分の1に落ちてしまうため光アンブが必要で、そのデバイスはできる限りコンパクトなことが望まれている。ここでも、エルビウム入りのビスマスガラスの光ファイバーが使われ、最新のアンブでは、サイズが1センチ角のチップにまでコンパクト化されている。

当たり前のようにその便利さを享受しているインターネットでは、目に見えないところでこうした最先端のガラス技術が使われているのだ。

低放射率ガラスで省エネ

光アンブの次は、身近な家庭やビルの窓ガラスに使われている最先端技術を紹介しよう。今や人類の最重要課題となった温暖化対策。それを実現する省エネに貢献する窓ガラスが、利用され始めているのだ。ここで活躍するのは、「ドライコーティング」という技術で作られた低放射率ガラス。


このガラスは、夏は外から室内に入る熱を遮り、冬は室内から外へ出ていく熱を遮る。そのために、熱を運ぶ赤外線を反射させると同時に、明るさをもたらす可視光線は高いレベルで透過させている。このガラスは表面を、0.01マイクロン=10万分の1mmという極めて薄い銀の膜で覆うことで、赤外線を反射させ、可視光線の低減を避けるために、銀の膜の上下に反射防止のコーティングを施してある。

このマイクロな膜を形成するには、放電を利用して電極から原子を叩き出してガラスやフィルムに付着させるスパッタリングという技術が使われている。



「夢・化学-21」委員会

(社)日本化学会 (社)化学工学会
(社)新化学発展協会 (社)日本化学工業協会

事務局  社団法人 日本化学工業協会

〒104-0033 東京都中央区新川1-4-1

電話 03-3297-2555(広報部)

URL:<http://www.kagaku21.net/>