



# 新素材 を生み出す 「機能性化学」 がわかる

●目次●

はじめに 3

## 序章

### 機能性化学とは何か？ なぜ必要なのか？ 15

#### 1 におい、味、硬さ、耐熱、光、エネルギー…あらゆるものをつくり出す化学 16

どんなものにも「機能」はあるけれど……  
同じ機能も「時代」によって評価が変わる  
「機能」をどう使うか、どう活かすか

#### 2 日本のお家芸、炭素繊維材料は機能性化学でつくられる 19

昔も今も、日本の科学は先進的  
脚光を浴びる「炭素繊維」、そして第二、第三の……  
ナノセルロースは「第二の炭素繊維」？

#### 3 無数に存在する「小規模化学」の集合分野 22

多数の化学プロジェクトが進行中  
民間企業の応用研究

#### 4 特殊な機能をつくり出すのが真骨頂 24

常識にとらわれない発想  
先人が残してくれた過去の知識

## 第1章

### さまざまな発光、そして色をつくり出すために 27

#### 1 ゲーテも研究した「光」はいまや産業の必需品に…… 28

難しいことはいわないけれど、「光=電磁波」って？  
波長によって光のエネルギーが違う

#### 2 発光のしくみもさまざまだ 32

原子の構造は殻状に  
電子のエネルギーをイメージで理解する  
電子の遷移と発光の関係

#### 3 発光にはどのような種類があるのか 36

電気による発光——励起状態と基底状態  
燃えれば発光する——物質変化とエネルギー変化  
燃焼のエネルギー変化

#### 4 蛍光剤という発光スタイルもある 40

原理としては「蛍光と燐光」がある  
夜光塗料は「蛍光現象」を利用  
新夜光塗料ルミノーバの秘密は「素材」に

#### 5 有機ELという21世紀を照らす発光体 43

発光の原理は変わらないけれど  
有機ELの構造の主役は「発光層・透明電極」  
有機ELの長所と短所  
有機ELはテレビだけでなく、面光源としても

## 6 生物発光をさまざまなチェックに利用する — 48

生物発光に必要な「4種の神器」とは  
生物発光の利用法 — ①真空包装の破れチェックに  
生物発光の利用法 — ②細菌のチェックに  
生物発光の利用法 — ③ヒビ割れ発見にも使える

## 第2章

## 色、味、匂いで「新しい機能」をつくり出す 55

### 1 色を持たないものはこの世に「存在しない」 — 56

光と色彩は何が違うのか？ — 鏡の反射とバラの反射

### 2 どのようにして、欲しい色をつくり出すのか — 59

共役二重結合が長いほど、 $\Delta E$ は小さい  
どうすれば思いのままの色を紡ぎ出せるか？

### 3 色素、染料、そして助染剤とは — 63

色素とはどのようなものか  
「染料」で色に染めあげる  
「インジゴの青」には長い工程が必要  
機能性色素：フォトクロミズム

### 4 「漂白」するには、そして構造色とは？ — 71

漂白剤のしくみは「共役系を短く」すること  
なぜ、蛍光染料で「輝くような白さ！」を実現できた？  
もう一つの色「構造色」を考察したゲーテ

### 5 匂いセンサー、味センサーを調べる — 75

味覚を分子膜で感知できないか  
測定結果からわかったことは  
匂いの強さは濃度に比例する

匂いは機械で識別し、商品管理できる

## 6 分子膜のふしぎな性質 — 80

分子膜とは何か？  
分子膜には結合はなく、出入りは自由  
分子膜の種類 — 単分子膜、LB膜、ミセル、ベシクル  
溶液中の両親媒性分子

## 7 生物の細胞膜は分子膜だった — 85

シャボン玉の膜の厚さは常に変化している  
細胞膜を構成するリン脂質は気ままに

## 8 分子膜を工業的に利用する — 88

洗濯で「油汚れを水に浮かせる」には  
化学反応のコントロールにも使われる

## 第3章

## 医療での「代替器官」は機能性製品から 93

### 1 目、歯、四肢などの機能を代替する材料 — 94

メガネ、コンタクト — 軽量、装着感、細菌防御も  
入れ歯に — 装着感、脱着への強靭さ  
人工関節・インプラント — 生体との馴染み  
義手、義足 — 見た目の自然さ+機能

### 2 皮膚、血管を代替する — 98

人工皮膚 — 拒絶反応が起きない  
人工血管 — 血栓をつくらせない工夫が第一

### 3 美容を整え、「見た目」をよくする機能性化学 — 102

化粧品には一役も、二役も買う  
カツラ — じつは「縫いぐるみ」の素材と同じ

豊胸にも一役買う——プチ豊胸にはヒアルロン酸

#### 4 内臓の機能を代替する機能性材料 ————— 106

人工腎臓——半透膜の原理を利用

人工肺——酸素透過性に優れたシリコン樹脂

人工肝臓——天然+人工の折衷

人工すい臓の働き

#### 5 どうすれば生体分子の働きを人工的に代替できるか? ————— 112

赤血球を人工的に再現するには

人工酵素を設計するには

人工細胞はどこまでできているか

#### 6 毒とクスリは使いよう ————— 116

半数致死量LD<sub>50</sub>とは何か

毒のランキング——タバコは青酸カリより毒性が強い?

知っておきたい有名な毒

#### 7 医薬品、抗生物質 ————— 122

副作用ED<sub>50</sub>と安全係数

毒はクスリにも、美容にも効く?

薬効と分子構造——貴金属を用いた薬剤、リウマチ治療薬

「新しい抗生物質」に見せる手法

#### 8 分子膜が医療を変える ————— 127

DDSはクスリの宅配便

抗ガン剤としての機能

ベシクルを容器として使う方法も

## 第4章

### 機能性高分子の新たな代表、「炭素繊維」とは 131

#### 1 なぜ、炭素繊維は「夢の繊維」なのか ————— 132

注目を集める炭素繊維

「軽くて丈夫」が炭素繊維のウリ

人工生体材料としても使われる

環境に優しい炭素繊維

#### 2 炭素繊維の機能をどのようにして上げたのか? — 135

エジソンにまで遡る炭素繊維の歴史

炭素繊維の合成法①——PAN系の製造法

炭素繊維の合成法②——ピッチ系の合成法

複合素材として使う——CFRP、RTM、SMC

#### 3 市場拡大の一途、利用法もいろいろ ————— 142

航空機には「軽さ・強靭さ」で

燃料自動車の安全性にも寄与

風力発電の風車の強靭性を支える

土木建築では耐震補強に

医療、スポーツ・レクリエーション

## 第5章

### 分子が集まった「超分子」は単体の機能を超える 147

#### 1 超分子は単体と何が違い、何ができるか ————— 148

超分子と高分子——どこが違う?

超分子をつくる力は何か

水素結合とファンデルワールス力

## 2 光を操る超分子とは何か？

液晶も超分子の一つ  
配向を制御する  
液晶モニターの原理

## 3 分子を操る「超分子」とは何か？

海中のウランを回収するクラウンエーテル  
香味をチューブ内に閉じ込める  
カリックスアレン=クラウンエーテル+シクロデキストリン

## 4 機械をつくる超分子

「分子ピンセット」でつかむ、離す  
pHの変化で環状分子を移動する「分子スイッチ」  
回転を続ける「分子モーター」  
「一分子機械」のクルマ

## 第6章

### 金属の機能を拡張する！

#### 1 ふしぎな金属が人類を救うか？

温度で変わる「形状記憶合金」  
結晶のズレを利用した「膨らむ金属」

#### 2 水素吸蔵合金の数々の用途と可能性

#### 3 アモルファスと金属ナノ粒子の可能性

アモルファス金属には磁性、耐酸化性、伝導性……が  
金属ナノ粒子のすごい機能

#### 4 希少金属が最後の砦①レアメタル

レアメタルとはどういうものか

レアメタルの産出と機能

#### 5 希少金属が最後の砦②レアアース

レアアースを単離・精製するには  
レアアースの発光、レーザー発振、磁性機能

## 第7章

### 「水の時代」に求められる環境浄化機能

#### 1 環境を浄化し、砂漠を緑化するために

大気の浄化と脱硫  
三元触媒とは何か

#### 2 水を浄化するために

放射性物質の除去  
イオン交換樹脂

#### 3 機能性高分子を利用する

微生物で分解される「生分解性高分子」  
高吸水性高分子で砂漠を緑化する

#### 4 超臨界水のしくみと活用

物質の状態は突如、変化する  
「超臨界水」は液体と気体の中間状態

## 第8章

### 電気を生み出し、磁気を利用する

#### 1 エネルギーを生み出す機能

エネルギーは「熱、光、電気」の形で現れる！

すべてのエネルギーのモトは「原子、分子」から発生する  
エネルギーを生産する機能

## 2 いきなり電気エネルギーをつくるしくみ —— 216

水素燃料電池は「水素ガス+酸素ガス→水」の反応  
水素燃料の三つの問題点

## 3 「光→電気」に変換する太陽電池の利用 —— 220

太陽電池の材料と構造は  
発電のしくみと変換効率

## 4 有機物で超伝導体をつくる！ —— 223

突如、抵抗ゼロの超伝導状態に！  
有機超伝導体を開発するメリットは何か

## 5 有機物が磁性体になる？ —— 230

そもそも「磁性」とは何か？  
磁性体になるには何が必要か  
「電子相関」のクリアーで有機磁性体を！

索引 236

## 序章

# 機能性化学 とは何か？ なぜ必要なのか？

分子には無数といってよいほどの種類がありますが、どれ一つとして同じ性質のものはありません。すべての分子はまるで一人ひとりの人間が異なるように、独自の性質、特性を持って独立した人生（分子生？）を歩んでいるのです。

本書のテーマ「機能性化学」とは、このような化学物質のすべての特性を「機能」という一つの観点に絞って検証しようという化学のことです。機能性化学では「有機物」に限定した解説書もありますが、本書では無機も含め、化学全体に目を広げて扱っていきます。

