

# バイオ研究者が もっと知っておきたい 化学



化学結合でみえてくる分子の性質

序

## 序章 バイオ研究と化学結合 ..... 7

- ① 化学結合の種類と特徴 8 / ② 化学結合は電子雲の分布 10 / ③ 化学結合は分子の構造、反応性を支配 12 / ④ 化学結合は分子間にも働く 14

## 第 I 部 化学結合の鍵は原子にある

### 1 章 原子のなりたち —化学を理解する突破口を開く ..... 17

- ① 原子を構成するもの 18 / ② 電子のエネルギー—原子の化学的性質を決めるもの 22 / ③ 電子殻と軌道—電子の居場所でエネルギーが決まる 24 / ④ 電子配置のルール 28 / ⑤ 電子配置と周期表 32 / ⑥ イオン化—電子の移動がエネルギーの放出や吸収を引き起こす 34 / ⑦ 電気陰性度—分子の極性を決める指標 37

### 2 章 放射線と同位体 —その実体と生体への影響 ..... 39

- ① 同位体 (アイソトープ) とは 40 / ② 原子はどう生まれたのか—核融合と核分裂 42 / ③ 放射能の実体 44 / ④ 放射線の危険性—量と時間と種類が問題 47 / ⑤ 原子核反応と半減期 50 / ⑥ バイオで使う同位体 54

## 第Ⅱ部 化学結合でみえてくる分子の性質

### 3章 共有結合 —生体分子を支える大黒柱 ..... 57

- ① 分子の種類 58 / ② 結合の種類 60 / ③ 共有結合の本質—水素分子はなぜ結合するのか 65 / ④  $\sigma$ 結合と $\pi$ 結合—有機化合物を作る基本結合 67 / ⑤ 共有結合もイオン性をもつ 70

### 4章 分子の形 —反応性を左右する電子状態 ..... 73

- ① 同じ原子同士の結合 74 / ② 軌道は混成する 76 / ③  $sp^3$ 混成軌道とメタン 78 / ④ エタンの構造 81 / ⑤  $sp^2$ 混成軌道とエチレン 83 / ⑥  $sp$ 混成軌道とアセチレン 86 / ⑦ アンモニアと水の共通点 87 / ⑧ 三員環の構造—三角形でいられる理由 89

### 5章 不飽和結合 —共役系が司る分子の性質 ..... 91

- ① 共役二重結合のからくり 92 / ② 芳香族になる条件 94 / ③  $C=X$ 結合の構造—意外と複雑な二酸化炭素の結合 97 / ④ ヘテロ芳香族化合物—DNAの塩基を作るもの 100 / ⑤ 置換基からみた分子の性質—OH基が酸になるとき 104 / ⑥ 置換基効果—電子の動きが生まれるしくみ 110

### 6章 分子軌道法 —化学結合を定量化する ..... 113

- ① 軌道は関数で表される 114 / ② 反結合性軌道とは—分子軌道法のカナメ 115 / ③ 結合エネルギーは定量化できる 117 / ④ エチレンでみる分子軌道の基本 120 / ⑤ 共役化合物の分子軌道 122 / ⑥ 分子軌道法で物性、反応性もわかる 124 / ⑦ 芳香族の分子軌道—ベンゼンはなぜ安定なのか 128 / ⑧ HOMOとLUMO—分子の反応性を知るための指標 131

## 第Ⅲ部 分子間力を化学的に捉えてみよう

### 7章 配位結合 — 錯体から学ぶその特性 ..... 135

- ① 配位結合とは—共有結合と似て非なる結合 136 / ② 錯体は配位結合を作る 139 / ③ ヘムとクロロフィルの構造 142 / ④ 結晶場理論からみた錯体—d軌道は分裂する 145 / ⑤ 錯体の電子状態—磁性や色彩を決めるしくみ 148

### 8章 分子間力 — 高次の分子を作る立役者 ..... 151

- ① 水素結合—水分子はなぜ会合するのか? 152 / ② ファンデルワールスカ—いつでも何処でも起こりうる引力 156 / ③  $\pi\pi$ スタッキング—芳香環も互いに引き合う 158 / ④ 電荷移動相互作用—分子間のイオン結合 160 / ⑤ 疎水性相互作用—分子膜、細胞膜を構成する引力 162

### 9章 超分子 — DNA、タンパク質を化学する ..... 163

- ① 分子膜のしくみ—細胞膜はなぜ流動的なのか 164 / ② タンパク質の立体構造 167 / ③ DNAの構造—AとT、CとGが組み合わせる理由 169 / ④ 超分子構造を変化させるもの—pH、温度、濃度 171 / ⑤ 超分子の医療への応用 175

参考図書 ..... 178

索引 ..... 179

## コラム

元素記号の由来 .....21	魔法数 .....53
電子殻がK殻から始まるワケ .....25	O=C=O結合の一步進んだ解釈 .....103
量子という考え方 .....26	共鳴法 .....126
電子殻と軌道の違い .....27	分子間力の強度 .....161
多重度：電子配置の安定性の指標 .....31	