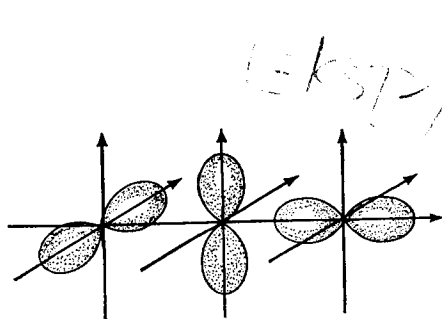


54
561
C.2.

現代化学概論

現代科学研究会 編



学芸出版社刊

現代科学研究会 編集委員

大阪大学工学部石油化学科教授

園 田 昇

大阪大学基礎工学部化学工学科教授

寺 西 士 一 郎

大阪大学蛋白研究所蛋白質有機化学部門教授
附属ペプチドセンター長

泉 美 治

大阪大学産業科学研究所放射線食糧部門教授
附属放射線実験所長

桜 井 洸

現代化学概論

昭和50年7月20日 第1版第1刷発行



(検印廃止)

著 者 現 代 科 学 研 究 会
編 集 代 表 黒 田 司
発 行 者 京 極 迪 宏
印 刷 真 美 印 刷 株 式 会 社

京都市下京区木津屋橋通西洞院東

発 行 所 株 式 学 芸 出 版 社

不良本は発行所にてお取り替えいたします

(新生製本)

©現代科学研究会 1975

3043-106752-0998

は し が き

ある領域の科学の発展は、他の領域の科学の発展に影響を与える。自然科学は、統一された理論で自然現象を説明することを目的とした科学である。

そして、科学のなかで長い間重要な一領域を占めてきた化学は、物質固有の性質の説明のみならず、一つの物質が他の物質へ変化するという化学的变化過程をも明きらかにする学問である。しかし、基本的な化学の課題はすべて、原子論や分子論によって明確にされるようになってきた。量子力学の誕生は、化学結合の本質を明きらかにし、また、電子が分子間の結合機構に重要な役割を果たしていることを説明可能にしたのである。さらに、元素の性質も、シュレディンガーの方程式によって説明ができるようになった。

このように、物理と化学は量子論を中心として統一された新しい科学体系を旨として進んでいる。

これからの化学教育は、このような科学の雑勢から考えると、単に物質の名称や性質の知識だけに終りがちな暗記本位の学習から、理解する学習へと変化しなければならない。

現代化学の進歩によって、未知数といっても過言でない数多くの物質の存在が知られてきた。この化学の進歩は、暗記する学習よりも、新しくとりいれられてきた量子論を踏まえて、すべての物質の構成に共通な原子や分子の正体を正しく把握し、常に、新しい物質へ適用できる学力を身につけるような学習を要求している。

これらのことを配慮しながら執筆編集した本著が、化学を理解するための必携の手ほどき書として、工業高等学校の諸先生に、あるいは、工業高等専門学校、短期大学、大学教養課程の教科書として、さらに、理科系の大学生には基礎教育課程として、また化学技術者には参考書として御採択いただくことにより、新しい化学教育の端緒となれば幸いです。

最後に、本書の刊行を心よくお引き受けくださいました学芸出版社社長京極迪宏氏には、いろいろとご面倒をお掛け致しました。心から厚く御礼申し上げる次第です。

昭和50年5月

現代科学研究会

代表 黒田 司

〈執筆者〉

第1章	黒田 司	第6章	黒田 司
第2章	黒田 司		堀 洋
第3章	黒田 司	第7章	高 椋 節 夫
第4章	岡田 正 和		春 川 忠 二
第5章	黒田 司		吉 井 宗 平

〈執筆者紹介〉

くろだ つかさ
黒田 司

大阪大学助教授 工学博士（大阪大学） 専門：電子工学
奈良教育大学講師を併任

おかだ まさかず
岡田 正和

広島大学教授 理学博士（東京理科大学） 専門：物性物理学
電子顕微鏡学会常務理事 日本理学会および応用物理学会役員

ほり ひろし
堀 洋

大阪大学教職員 工学修士（大阪大学） 専門：生物工学
昭和48年3月大阪大学大学院基礎工学研究科物理系博士課程単位取得3
年修了

たかむくせつ お
高 椋 節 夫

大阪大学助教授 工学博士（大阪大学） 専門：応用化学

はるかまちゆうじ
春 川 忠 二

関西女子短期大学教授 薬学博士（東京大学） 専門：製薬化学

よしい そうへい
吉 井 宗 平

天理大学教授 工学博士（大阪大学） 専門：食品化学
関西女子短期大学講師を併任

目 次

はしかき

第 1 章 現代化学の基礎	1
1・1 原子・分子と化学の基礎概念.....	2
1・2 原子の構造.....	25
第 2 章 物質の構成	47
2・1 原子のなかの電子状態と電子配置.....	47
2・2 原子間に働く結合力.....	65
2・3 分子のなかの電荷分布.....	87
第 3 章 物質の集合状態	95
3・1 物質の三状態.....	95
3・2 液 体.....	100
3・3 分子間力.....	102
3・4 結晶構造.....	109
3・5 固 体.....	114
3・6 気 体.....	117
第 4 章 化学反応	123
4・1 溶液と濃度.....	123
4・2 酸・塩基反応.....	129
4・3 反応速度.....	133
4・4 化学反応とその平衡.....	136
第 5 章 有機化学	145
5・1 有機化学と有機化合物.....	145
5・2 有機化合物の分類.....	148
5・3 有機化合物の命名と性質.....	149
5・4 有機化合物の化学結合と反応.....	159

第 6 章 生体の化学	169
6・1 生体の成分元素と炭水化物.....	170
6・2 蛋白質およびアミノ酸.....	176
6・3 核 酸.....	183
6・4 酵 素.....	188
第 7 章 化学の応用	191
7・1 放射線化学.....	191
7・2 農芸化学.....	197
7・3 食品化学.....	201

索 引

索 引

索引

【あ】

IUPAC命名法	149
アインシュタイン (Einstein, A.)	1
アデニン	117
アデノシン二リン酸 (ADP)	187
アデノシン三リン酸 (ATP)	187
アニオン	166
アニリン	158
アボガドロ (Avogadro)	17
アボガドロ数 (N)	18
アボガドロの法則	118
アミド	157
アミノ酸	206
アミン	158
アルカン	149
アルキン	152
アルケン	151
アルデヒド	157
アルドース	172
アルファ線 (α)	191
アレニウス (Arrhenius)	129

【い】

イオウの化合物	159
イオン化エネルギー	74
イオン結合	74
イオン結晶	114
イオン式	7
イオン伝導度	128
イオンの開裂	166
移動度	127

【う】

ウィーン (Wien, W.)	35
ヴェーラ (Wöhler, F.)	145
運動エネルギー	98

【え】

栄養蛋白質	182
エーテル	154
液体	100
エステル	149
エタン	87, 161

エチルアルコール	156
エチレン	85, 162
L-グリセルアルデヒド	172
塩化銀	2
塩基	129
塩素	2
エントロピー	95

【お】

オイラーの法則	109
オストワルトの希釈率	130
オゾン	2
オレフィン	162

【か】

ガーマー (Germer, L. H.)	47
解離	5, 139
解離圧	142
化学式	7
化学当量	4, 131
化学反応	5
化学反応式	6
角運動量量子数	10, 12
核酸	183
化合	5
加水分解	132
活性化エネルギー	136
活性中間体	191
カチオン	166
果糖	202
カルボキシ基	155
カルボン酸	155
還元	132
還元剤	133
ガンマー線 (γ)	191

【き】

輝線スペクトル	39
気体	117
気体定数	120
気体の状態式	120
気体の比熱	122
規定	131

求核試薬	166
吸熱反応	138
凝固	101
凝固点降下	126
凝集	65
共鳴	82
共有結合	72
共有結合結晶	115
局在電子	92
均一系の反応	136
金属結晶	115

【く】

グアニン	117
クラジウス・クラペイロンの式	124
グラム原子	18
グラム分子	18
グリコゲン	204
グリセリン	174
クリック (Crick, F. H. C.)	183
グリテイン	205
クルックス (Crookes, W.)	26
グロブリン	205

【け】

血液蛋白質	182
結合エネルギー	90, 165
結合角	83
結合距離	164
結合性軌道	71
結晶構造	110
ケクレ (Kekule)	146
ケトース	172
原子	3, 7
原子価	14
原子価結合法	70
原子の周期律	19
原子番号	9
原子番号と原子容の関係	20
元素の周期律表	19

【こ】

光学異性体	178
酵素	182, 188
光子	17
構造式	7
構造蛋白質	181

抗体	182
光電効果	32
光電子説	32
ゴールド・シュタイン (Goldstein, E.)	35
黒体輻射	31
固体	114
五炭糖	202
コッセル (Kossel, K.)	80
孤立電子対	15
混合気体の圧力	122
混成軌道	160

【さ】

再結合	193
酢酸エチル	156
酸	129
酸化	132
酸化剤	133
酸素	2, 15
酸無水物	157

【し】

磁気量子数	10, 12
シグマ(σ)結合	86, 161
脂質	174
示性式	7
実験式	7
質量作用の法則	141
質量数	9, 16
質量保存の法則	3
シトシン	117
磁場	29
脂肪酸	175
シャトリエの法則(平衡移動の)	140
シャルルの法則	119
自由エネルギー	95
周期律と原子価	21
周期律表	22
収縮蛋白質	182
主量子数	10, 12
シュレディンガー (Schrödinger, E.)	41
昇華	102
蒸発	100
食塩	16
触媒	188
食品化学	201

除草剤	198
除虫菊粉	198
シヨ糖	203
親電子試薬	166
浸透圧	126

【す】

水銀剤	199
水素イオン濃度	131
水素結合	164
水素結合結晶	116
水素原子	15
水素原子の模型	43
ステリン	176
ストーンニー (Stoney, G. J.)	1
スピン量子数	10, 13, 55
水和	127

【せ】

青酸ガスくん蒸剤	199
生体成分	170
斥力の相互作用に対する経験式	109
石灰硫黄合剤	199
セルロース	204
遷移元素	23

【そ】

双極子モーメント	89
ゾンマーフェルト (Sommerfeld, A.)	41

【た】

単位構造	110
多糖類	173, 203
タバコモザイクウイルス	183
炭水化物	201
炭素	4
炭素原子の電子配置	160
炭素の混成軌道	78
単糖類	172, 202
蛋白質	205
蛋白質の合成	186
蛋白質の等電点	181
蛋白質の変性	181

【ち】

置換	5
チミン	117
中性子	16
中和	131

【て】

DDT	199
D-グリセルアルデヒド	172
定比例の法則	4
デオキシリボ核酸 (DNA)	117, 169
デビツスン (Davisson, C. J.)	47
転移 RNA	186
電解質溶液	126
電気陰性度	89
典型金属元素	24
電子	1, 25
電子軌道の混成	77
電子式	15, 83
電子親和力	76
電子数	10
電子対	73
電子の波動関数	12
天然アミノ酸	177
デンブン	203
伝令 RNA	186
電離定数	130

【と】

同位体	8
等電位点	179
糖類	171
トムソン (Thomson, J. J.)	1
ドリソ剤	199

【な】

内部エネルギー	95
長岡半太郎	39
ナトリウム	4

【に】

二酸化炭素	6
2重らせん	117
二糖類	173
乳糖	203
ニュートン力学	1

【ぬ】

ヌクレオシド	184
ヌクレオチド	184, 187

【ね】

熱化学	138
-----	-----

【の】

農薬	197
----	-----

農薬の将来..... 198

【は】

配位結合.....73
 バイ結合..... 87, 161
 倍数比例の法則..... 4
 ハイゼンベルグ (Heisenberg, W.)41
 ハイトラー (Heitler, W.)80
 バウリ (Pauri, W.)62
 バウリの排他原理 (律).....62, 107
 麦芽糖..... 203
 八偶子.....15
 八偶説.....80
 パッシュェン (Paschen).....43
 発熱反応..... 138
 波動力学.....49
 バルマー (Balmer)42
 ハロゲン化物..... 156
 反結合性軌道.....71
 反応速度..... 133
 反応速度定数..... 134
 反応の次数..... 133

【ひ】

BHC..... 199
 光照射..... 168
 非局在電子.....92
 ビタミン..... 207
 比電荷.....26
 ヒドロニウム・イオン..... 129
 ヒュッケル (Hückel) 163
 病害虫..... 198
 表面活性..... 128
 頻度因子..... 136

【ふ】

ファン・デル・ワールス半径.....69
 ファン・デル・ワールスーロンドンの
 相互作用..... 105
 ファン・ホッフ (Van't Hoff)..... 146
 ファン・ホッフの式..... 126
 フェノール..... 154
 不均一系の反応..... 137
 複合蛋白質..... 205
 複分解..... 6
 ブタジエン..... 163
 フッ化アセチル..... 157

フックの法則.....97
 物質波.....50
 沸点..... 100
 沸点上昇..... 126
 ブドウ糖..... 202
 不飽和結合.....84
 不飽和脂肪酸..... 205
 フラウンホーファー線.....39
 プランク (Plank, M.)31
 フリーラジカル..... 192
 ブロイ (Broglie, L. de.)41
 ブロムベンゼン..... 154
 分解..... 5
 分子..... 3, 17
 分子間力..... 102
 分子軌道..... 160
 分子軌道法.....70
 分子式..... 7
 分子の平均自由行程..... 121
 分子量.....18
 フントの規則.....14

【へ】

平衡定数..... 140
 ベーター線 (β)..... 191
 ヘテロ環状化合物..... 153
 ペプチド結合..... 180
 ペプチドホルモン..... 182
 ヘリウム.....14
 ベルチェリウス (Berzelius, J, J.) 145
 変性蛋白質..... 206
 ベンゼン..... 7, 93
 ヘンリーの法則..... 124

【ほ】

ボイル・シャルルの法則..... 120
 ボイルの法則.....102, 119
 方位量子数.....11
 芳香族炭化水素..... 152
 放射線化学..... 191
 放射線化学の工業利用..... 196
 放射線化学反応..... 192
 ポウリング (Pauling, L.) 180
 飽和脂肪酸..... 205
 ボーア (Bohr, N.)39
 補酵素..... 188

ポテンシャルエネルギー……………68, 98
 ポリエチレン……………196
 ボルドウ液……………198

【ま】

マイヤー (Mayer, L.) ……………19

【み】

水分子……………15
 ミリカン (Millikan, R. A.) ……………30

【む】

無機質……………207
 ムルダー (Mulder, G. J.) ……………176

【め】

メタン……………78, 161
 メンデレーエフ (Mendeleev, D. I.) ……………19

【も】

モ ル……………18

【ゆ】

融 解……………101
 有機化合物……………145

有機ハロゲン化物……………153
 有効核……………45
 油 脂……………174, 204

【ら】

ライマン (Lyman) ……………42
 ラクトン……………156
 ラザフォード (Rutherford, E. B.) ……………16
 ラジカル……………166, 192
 ラジカルの開裂……………166
 ラングミュア (Langmuir, I.) ……………80

【れ】

レーベル (Lebel) ……………147
 レントゲン (Röntgen) ……………191

【ろ】

ロウ……………175
 六炭糖……………202
 ロンドン (London, F.) ……………80, 104

【わ】

ワイズベッサーの経験的な規則……………64
 ワトソン (Watson, J. D.) ……………183

第1章 現代化学の基礎

自然科学は、自然の現象を統一された理論で説明することを目的としている。自然科学の歴史を展望すると、ある研究分野の発展は、他の研究分野に影響を与えている。

化学は、長期にわたり科学の重要な一部門を占めてきたが、化学の基本的な課題は、物理学の原子や分子の理論で明確にすることが可能になってきた*。

化学は、物質の性質と一つの物質が他の物質に変化する化学的な変化を、科学的な手段で研究する学問である。

物質の性質には、たとえば、沸点などの物理的な性質と、物質がもつ本質の変わりやすさを意味する化学的な性質がある。さらに、物質の構造は物性と反応に密接な関係をもっている。

物体間に作用する力と物体の運動との関係を示す運動の法則を基礎とするニュートン力学は、A. Einstein (アインシュタイン) が相対性理論を確立したあとも、量子力学が誕生するまで、自然科学の分野を支配し続けた。

帯電した仮説的な粒子は、アイルランドの物理学者 G. J. Stoney (ストーンニー) によって電子と呼ばれていたが、1891年、さらに、電荷の基本単位として電子という名を提案し、J. J. Thomson (トムソン) は電子の発見者となった。** 電子が発見されて、水素原子の原子核と電子の関係などは、ニュートン力学では説明できなくなった。

このような問題の発生は、エネルギーの値が連続的には変化しないというエネルギー量子化の概念を生みだし、原子像に徹視的な新しい考えを与え、

* I. Asimov, A Short History of Chemistry. Dowleday and Co. Inc. New York, (1965). 王虫および竹内訳, 化学の歴史. 昭和42年, 河出書房新社.

** B. Schonland, The Atomists. Clarendon Press, Oxford, (1968). 広重および常石訳, 原子の歴史. 昭和46年, みすず書房.

さらにその考え方が正しいことを実験結果は証明し続けた。ここに、新しい学問として量子力学が誕生した。

量子力学の誕生によって、分子間の結合には電子が重要な役割を果たしている*として、化学結合の本質が明らかにされ、さらに、元素の性質がシュレディンガー方程式によって説明されるようになった。

物理と化学は、このように量子論を中心として新しい体系を旨として統一方向へ向かっている。

1・1 原子・分子と化学の基礎概念

われわれが生活している周囲には、数多くの物質があることがよくわかる。化学で用いる物質という言葉は、一定の組成をもった均質なものを、すなわち、純物質を意味し、混合物とは区別されている。現在までに、既に何百万の物質が見い出されたり、あるいは、人工的に合成されたりしてその数は急激に増加している。

しかし、どのように複雑な物質でも分解すれば、これ以上には分解することができないただ1種類の成分で構成されている単体と呼ばれる物質となる。このように、物質を構成している基本となる成分を元素と呼んでいる。物質および元素をこのように意味づけると、物質は単体か化合物のどちらかになる。

単体とは、ただ1種類の元素からできている物質を意味し、通常、元素名で呼ばれている。

同一の元素からできているが、原子配列または原子の結合状態が異なるために、異なった性質の単体になっているときの単体を同素体と呼ぶ。たとえば、酸素原子Oの場合には、酸素分子O₂とオゾンO₃がある。

化合物とは、一定の割合で2種類以上の元素が結合してできた物質であり、元素の混合物ではない。水は酸素と水素、また塩化銀は銀と塩素の2種

* 分子のなかにある電子の捉え方には、原子価結合法と分子軌道法の二つの方法がある。

類の元素からできている化合物である。

空気は混合気体であり、石油は混合溶液である。混合物のなかで、成分が均一に混合しているものを溶体と呼んでいる。ハンダはスズと鉛の2種類の元素からなる合金で、元素を任意の割合で混ぜてつくることができるから、化合物ではなく混合物である。このような合金は固溶体と呼ばれる。

1. 原子・分子

原子はもはやそれ以上には分割することが不可能なもので、元素は同じ原子の集合体である。たとえば、炭素1原子あたりの重さは、1グラム原子をアボガドロ数で割った値で、およそ 2×10^{-23} グラム (g) という非常に小さな値となる。

原子は質量が小さいのみばかりではなく、大きさも非常に小さい。数十万倍の拡大倍率をもつ電子顕微鏡を用いても、原子の姿を捉えることは不可能である。しかし、エックス(X)線や電子線の回折現象の応用から、原子の大きさ、原子配列*や原子間の距離が計算で求められるようになり、さらに、原子を直接観察できて識別が可能な電場イオン顕微鏡の開発によって、原子の大きさは数オングストローム(Å)ぐらいであることが明きらかになった。

分子はいくつかの原子が結合した一つのかたまりで、たとえば、水の1分子は、酸素1原子と水素2原子からできている。

化学の定量的な化合問題は、化学の基本的な関係を示すものである。

2. 質量保存の法則

化学変化が生じるときの化学反応に関係する物質の質量の総和は、反応の前後で不変であるという質量保存の法則があるために、定量的な研究と分析ができる。この法則は通常の化学反応ではよく成立するが、しかし、化学反応でエネルギーの出入りがあるときには、質量とエネルギーを等価におく

* 結晶のなかの原子配列。