

まえがき

突然の胃の痛みと出血に耐えかねて、友人の医者に診てもらった。彼は胃カメラで見ながら、「この薬を飲み。そして20分待ってから息を吐け。」と言う。言われるとおりの小さな容器に吹き込んで渡した。

しばらくすると彼はデータを示して、「胃潰瘍だね。ピロリ菌がたくさんいて、除菌しなければ再発する。」と宣告した。どうしてわかるのだろう。聞いてみると、逆に、「理屈は僕にはわからないよ。機械がそう言ってるんだ。君は専門家だろう。教えてくれよ。」と言われてしまった。

ピロリ菌の検出法を調べてみると、その測定法は化学的、物理的なものであり、培養などの生物学的なものではなかったのである。

☞ 序章 p.11

このように、普段の生活の中には化学的な方法が取り入れられているが、そのメカニズムはブラックボックスの中にあり、わからなくても結果だけは出てくるような時代になった。そのブラックボックスの中身を知るのが、この本の目的のひとつである。

化学はこの世の中の全てを支えている自然科学の一分野である。しかし、高等学校の化学の教科書だけでは、どこにそれが役立てられているのかを知るのには難しい。

予備校で化学を教えながら授業の合間に関連項目のトピックスを話すとき、受講生の目が輝くのを見てきた。そのような経験を多くの人たちと共有したいと考え、この本を書いた。

この本は、どのページからでも読み始めることができる。読みながら、指示されている関連項目を開いて読み、さらに別のページに飛ぶという方法である。添付の問題は解説に関連した問題を厳選した。過去に実際に出題された問題および意欲的な創作問題を配置してある。これらは、大学入試がこの方向に進むという予測に基づいて作られている。また、「化学オリンピック」も視野に入れている。

難しい問題が解けるようになるにはどうしたら良いか、とよく聞かれるが、その答は1つしかない。基礎的な部分の理解を完全にしておくこと以外ないのだ。この本はその助けとなるはずである。

化学をなるべく直観的に理解できることが狙いである。図を多く入れ、そこで起きている変化を見てわかるようにした。また、最近の大学入試で扱われる典型的な実験の意味を考えるようにした。

高校生の諸君にはあまり縁のない実験もあるが、化学者が長年の経験の中で得てきたノウハウを知ることで、その実験の深い意味を考えるきっかけになると嬉しい。また、工業的にはどうしているかという知識も役に立つだろう。化学の歴史の中で進歩してきた過程を知ることも重要だ。

解法にはグラフを多用し、代数的方法をなるべく少なくした。また、大学の教師がよく用いる両対数、片対数グラフを用いる解法を示した。出題者は当然のことながら、それを念頭に作題しているのだから、この解法の方が楽なはずである。

どの参考書にも載っているような分野は、割愛した。それを入れると筆者の意図が散漫になるからである。英語表現は現在使われているものにした。

すでに学習参考書は多数あり、それらを見れば十分すぎるほどの知識は得られる。しかし、「なぜそうなるのか」ということに明確な説明を与えているものは少ない。

有機化学は、まさに経験の化学であり、多くの先人たちの試行錯誤によって進歩してきた。経験は集約され帰納則として確立された。その後、ポーリングらによる演繹の化学の時代が始まる。この本ではその二つを組合せた解説を用意した。なるべく暗記に頼らず考えればわかるようにしたが、実際にはある程度の知識を持つことは不可欠である。その知識も語源を知れば比較的楽に覚えられるであろう。

なるべく最新の情報を盛り込み、古い反応はその旨明記した。また、どの本にも書いてあるようなことは、書いていない。

本書を読んで、化学の道を目指す人が増えれば嬉しい。

大東 孝司

もくじ

序章	ピロリ菌の検出法	11
----	----------	----

第1編 理論化学

第1章 基礎知識	元素と単体	14
	原子量	16
	質量欠損	17
	電気陰性度	19
	混成オービタル	22
	原子価殻電子対反発則	25
	超共役	26
第2章 化学結合	電子の非局在化による結合	29
	クーロン力による結合	30
第3章 気体	気体の挙動	33
	拡散	34
	気体の圧力	36
	分圧	37
	理想気体と実在気体(1)	40
	理想気体と実在気体(2)	44
	蒸気圧	47
	蒸気圧を測定する	51
	ヘンリーの法則	52
	臨界点	54
水蒸気蒸留	56	
第4章 溶液	ラウールの法則	58
	蒸気圧降下	59
	沸点上昇	62
	凝固点降下	63
	浸透圧	65
	分配平衡	67
	[実験] 過冷却	69

第5章	結晶	結晶	71	
		ダイヤモンド構造	75	
		グラファイト構造	77	
		最密充填構造	78	
		限界半径比	81	
第6章	熱化学と 反応速度	ボルツマン分布	83	
		生成熱	86	
		結合エネルギー	88	
		アレニウス・プロット	89	
		反応速度と律速段階	91	
		可逆反応の反応速度	93	
		触媒	95	
第7章	平衡	平衡と定常	97	
		ル・シャトリエの原理	98	
		平衡移動の方向	101	
		溶解度積	103	
		モール法	104	
		金属硫化物の沈殿	106	
第8章	酸と塩基	酸・塩基の定義の拡張	109	
		共役の酸・塩基	110	
		逐次滴定	114	
		いわゆる逆滴定	117	
		pH	119	
		電離平衡	120	
		酸を希釈する	124	
		近似	126	
		炭酸水素ナトリウム水溶液の pH	127	
		問題を解くために	電荷均衡式	129
			質量均衡式	131
第9章	酸化還元	酸化とは	133	
		酸化還元反応	135	
		酸化還元滴定	138	
		COD	140	
		ウィンクラー法	141	
		ブランクテスト	142	

電池	標準電極電位……………143
	ダニエル電池……………145
	ボルタ電池……………147
	鉛蓄電池……………152
	燃料電池……………154
電気分解	陽極で起こる反応 156
	陰極で起こる反応 157

第2編 無機化学

第1章 基本事項	クラーク数……………160
第2章 典型元素	第一周期の元素
	H……………161
	He……………164
	アルカリ金属元素
	Li……………166
	Na……………167
	K……………169
	12族 (マグネシウム族)
	Be……………170
	Mg……………171
	アルカリ土類金属元素
	Ca……………173
	Ba……………177
	13族
	B……………178
	Al……………181
	14族 (炭素族)
	C……………186
	Si……………187
	Sn……………195
	Pb……………197
	15族
	N……………198
	P……………202
	As……………204
	16族
	O……………205
	S……………206
	17族 (ハロゲン)
	F……………207
	Cl……………209
	Br……………213
	I……………214
	希ガス元素
	Ar……………216
	その他の希ガス……………217
	12族 (亜鉛族)
	Zn……………219

		Cd	221
		Hg	222
第3章 遷移元素	第四周期	Ti	223
		V	225
		Cr	226
		Mn	229
		Fe	231
		Co	235
	白金族	Ni	239
		Pd	240
		Pt	242
	銅族 (貨幣元素)	Cu	243
		Ag	247
		Au	249
第4章 主要な化合物	塩化水素		251
	硫酸		252
	硝酸		253
	水酸化ナトリウム		256
	アンモニア		259
	二酸化炭素		260
	硫化水素		262
	一酸化窒素		263
	過酸化水素		265
第5章 トピックス	ぬれ		267
	潤滑		269
	錆		270
	冶金		273
	融剤		276
	ソルベール法		278
	大気		281
	海水		282
	硬水と軟水		285

第3編 有機化学

第1章 基本事項	不斉とは何だろうか	288
	エナンチオマー	291
	ジアステレオマー	294
	メソ型	296
	フィッシャー投影法	298
	エナンチオマーの分割	300
	R/S表示法	302
	ゴム弾性	303
第2章 反応機構	等電子的	306
	酸の強さ	307
	マルコフニコフ則	310
	セイツェフ則	312
	親電子置換反応	314
	配向性	319
	ビニルアルコール	322
	ヘミアセタール	324
	カップリング反応	326
第3章 脂肪族化合物	アルカン	327
	アルケン	330
	アルキン	333
	シクロアルカン	334
	アルコール	335
	ヨードホルム反応	338
	エーテル	340
	アルデヒド	342
	ケトン	344
	カルボン酸	345
	エステル	347
	酸無水物	350
	脂肪酸	353
	油脂	356
石鹼	359	

第4章 芳香族化合物	ベンゼン	362
	芳香族カルボン酸	363
	フェノール	366
	サリチル酸	369
	アニリン	372
	ジアゾ化	375
第5章 生化学的物質	糖	377
	グルコース	380
	フルクトース	382
	マルトース	384
	スクロース	386
	二糖類	388
	デンプン	390
	セルロース	392
	アミノ酸	394
	タンパク質	399
酵素	402	
第6章 合成高分子	合成高分子	403
	熱可塑性樹脂 熱硬化性樹脂	406
	重合	407
	ポリスチレン	408
	ポリアクリロニトリル	410
	ポリ塩化ビニル	411
	ナイロン	412
	ポリエチレンテレフタレート	414
	ビニロン	415
	合成ゴム	417
第7章 分析法	溶媒抽出	420
	イオン交換樹脂	422