

# 化学資料集

2016年 第1回評価

バージョン3

## ディプロマプログラム (DP)

### 化学資料集

2014年6月に発行の英文原本 *Chemistry data booklet* の日本語版  
2015年8月発行 (2016年5月改訂)

本資料の翻訳・刊行にあたり、  
文部科学省より多大なご支援をいただいたことに感謝いたします。

非営利教育財団 国際バカロレア機構  
(International Baccalaureate Organization)  
15 Route des Morillons, 1218 Le Grand-Saconnex, Geneva, Switzerland

発行所  
International Baccalaureate Organization (UK) Ltd  
Peterson House, Malthouse Avenue, Cardiff Gate  
Cardiff, Wales CF23 8GL, United Kingdom

ウェブサイト : [www.ibo.org](http://www.ibo.org)

© International Baccalaureate Organization 2014

国際バカロレア機構 (以下、「IB」という。) は、より良い、より平和な世界の実現を目指して、チャレンジに満ちた4つの質の高い教育プログラムを世界中の学校に提供しています。本資料は、そうしたプログラムを支援することを目的に作成されました。

IBは、資料の中で利用する多様な情報源について、情報の正確さと信憑性を確認します。ウィキペディアのようなコミュニティーベースの知識源を使用する際には、特に留意します。IBは知的財産の原則を尊重し、利用する著作物すべてについて刊行前に著作権者を特定し、許諾を得るよう常に努力します。IBは、本資料で利用した著作物に対して許諾をいただいたことに感謝するとともに、誤記および遺漏がありました場合には、可能な限り早急に訂正いたします。

本資料に関するすべての権利はIBに帰属します。法令またはIB内部規則もしくは方針に明記されていない限り、IBの事前承諾書なしに、本書のいかなる部分も、形式と手段を問わず、複製、検索システムへの保存、送信を禁じます。詳しくは [www.ibo.org/copyright](http://www.ibo.org/copyright) をご覧ください。

IBの商品と刊行物は、IBストア (<http://store.ibo.org>) でお求めください。ご注文については、販売・マーケティング部にお問い合わせください。

電子メール : [sales@ibo.org](mailto:sales@ibo.org)

International Baccalaureate、Baccalauréat International および Bachillerato Internacional は、International Baccalaureate Organization の登録商標です。

---

## 目次

1. 関連する公式	1
2. 物理定数と単位の換算	2
3. 電磁スペクトル	3
4. 素粒子	3
5. 元素名	4
6. 周期表	6
7. 101.325kPaでの元素の融点と沸点	7
8. 元素の第一イオン化エネルギー、電子親和力、電気陰性度	8
9. 元素の原子半径とイオン半径	9
10. 共有結合の距離	10
11. 298 Kでの結合エンタルピーと平均結合エンタルピー	11
12. 主要な化合物の熱力学的データ	12
13. 燃焼エンタルピー	13
14. 3dブロック元素のイオンの一般的な酸化数	14
15. 分光化学系列	14
16. 配位子	15
17. 色相環	15
18. 298Kでの格子エンタルピー（実験値）	16
19. 水溶液のエンタルピー	17
20. 水和エンタルピー	18
21. 有機酸および有機塩基の強さ	19
22. 酸塩基指示薬	21
23. 水のイオン化定数の値	22
24. 298Kでの標準電極電位	23
25. 活性系列	24
26. 赤外線分光法のデータ	25
27. $^1\text{H}$ NMRのデータ	26
28. 開裂したマススペクトルのフラグメント	27
29. 結合三角図	28
30. プラスチックの材質表示番号	29

---

31. 材料分子の構造	29
32. 298 Kでの溶解度積	30
33. 2-アミノ酸	31
34. 脂質、糖質、ヌクレオチドの成分	33
35. ビタミンと色素	35
36. 結合エネルギー曲線	37
37. 一部の医薬品の構造	38
38. 参考文献	40

#### 注記

この『化学資料集』は試験（SLP 1およびHLP 1）のペーパー1で使用することはできませんが、第6項に記載されている周期表はSLP 1およびHLP 1のペーパーの一部として使用することになります。ペーパー2とペーパー3（SLP 2、HLP 2、SLP 3、HLP 3）の受験者にはこの『化学資料集』を鮮明に複写したものを提供する必要があります。

## 1. 関連する公式

トピック	公式
1.3	$pV = nRT$
2.2 および C.4	$c = v\lambda$
5.1	$q = mc\Delta T$
8.3	$pH = -\log_{10} [H_3O^+]$ または $pH = -\log_{10} [H^+]$
12.1	$E = h\nu$
15.2	$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$
16.2	$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$
16.2	$\ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A$
16.2	$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
17.1	$\Delta G^\circ = -RT \ln K$
19.1	$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$
A.5	$\% \text{ アトムエコノミー} = \frac{\text{目的とする生成物のモル質量}}{\text{全ての反応物のモル質量}} \times 100$
A.8	$n\lambda = 2d \sin \theta$
B.7	$pH = pK_a + \log \left( \frac{[A^-]}{[HA]} \right)$
B.7	$\log_{10} \frac{I_0}{I} = \epsilon lc$

トピック	公式
C.1	エネルギー密度 = $\frac{\text{燃料から放出されたエネルギー量}}{\text{消費された燃料の体積}}$
C.1	比エネルギー = $\frac{\text{燃料から放出されたエネルギー量}}{\text{消費された燃料のエネルギーの質量}}$
C.3	$N = N_0 e^{-\lambda t}$
C.3 および D.8	$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
C.6	$E = E^\ominus - \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln Q$
C.7	$\frac{\text{Rate}_1}{\text{Rate}_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$
D.8	$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$

## 2. 物理定数と単位の換算

アボガドロ定数 ( $L$  または  $N_A$ ) =  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

気体定数 ( $R$ ) =  $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

STPでの理想気体のモル体積 =  $2.27 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1} = 22.7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ リットル} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3$

STPの状態 = 273 K で 100 kPa

SATPの状態 = 298 K で 100 kPa

光の速度 =  $3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

水の比熱容量 =  $4.18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} = 4.18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$

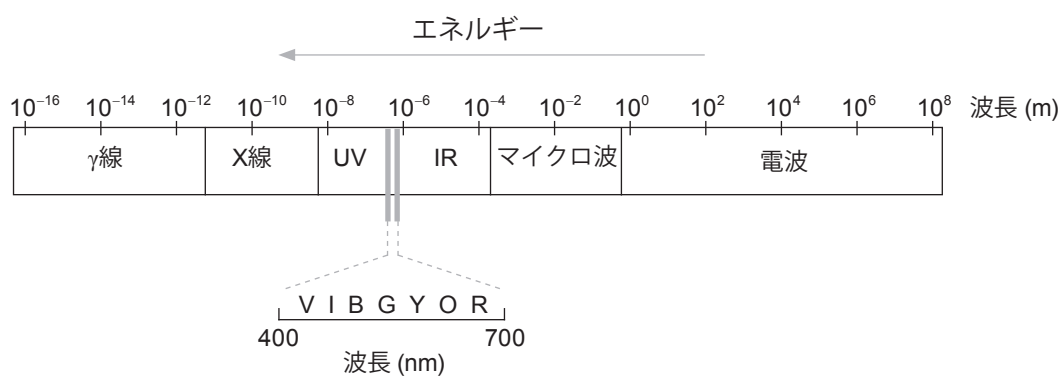
プランク定数 ( $h$ ) =  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

ファラデー定数 ( $F$ ) =  $9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$

水のイオン積 ( $K_w$ ) = 298 K で  $1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

$1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

### 3. 電磁スペクトル



### 4. 素粒子

	陽子	中性子	電子
質量 (kg)	$1.672622 \times 10^{-27}$	$1.674927 \times 10^{-27}$	$9.109383 \times 10^{-31}$
電荷 (C)	$1.602189 \times 10^{-19}$	0	$-1.602189 \times 10^{-19}$

## 5. 元素名

元素	元素記号	原子番号
アクチニウム	Ac	89
アルミニウム	Al	13
アメリシウム	Am	95
アンチモン	Sb	51
アルゴン	Ar	18
ヒ素	As	33
アスタチン	At	85
バリウム	Ba	56
バーケリウム	Bk	97
ベリリウム	Be	4
ビスマス	Bi	83
ボーリウム	Bh	107
ホウ素	B	5
臭素	Br	35
カドミウム	Cd	48
セシウム	Cs	55
カルシウム	Ca	20
カリホルニウム	Cf	98
炭素	C	6
セリウム	Ce	58
塩素	Cl	17
クロム	Cr	24
コバルト	Co	27
コペルニシウム	Cn	112
銅	Cu	29
キュリウム	Cm	96
ダームスタチウム	Ds	110
ドブニウム	Db	105

元素	元素記号	原子番号
ジスプロシウム	Dy	66
アインスタイニウム	Es	99
エルビウム	Er	68
ユウロピウム	Eu	63
フェルミウム	Fm	100
フッ素	F	9
フランシウム	Fr	87
ガドリニウム	Gd	64
ガリウム	Ga	31
ゲルマニウム	Ge	32
金	Au	79
ハフニウム	Hf	72
ハッシウム	Hs	108
ヘリウム	He	2
ホルミウム	Ho	67
水素	H	1
インジウム	In	49
ヨウ素	I	53
イリジウム	Ir	77
鉄	Fe	26
クリプトン	Kr	36
ランタン	La	57
ローレンシウム	Lr	103
鉛	Pb	82
リチウム	Li	3
ルテチウム	Lu	71
マグネシウム	Mg	12
マンガン	Mn	25



元素	元素記号	原子番号
マイトネリウム	Mt	109
メンデレビウム	Md	101
水銀	Hg	80
モリブデン	Mo	42
ネオジム	Nd	60
ネオン	Ne	10
ネプツニウム	Np	93
ニッケル	Ni	28
ニオブ	Nb	41
窒素	N	7
ノーベリウム	No	102
オスミウム	Os	76
酸素	O	8
パラジウム	Pd	46
リン	P	15
白金	Pt	78
プルトニウム	Pu	94
ポロニウム	Po	84
カリウム	K	19
プラセオジム	Pr	59
プロメチウム	Pm	61
プロトアクチニウム	Pa	91
ラジウム	Ra	88
ラドン	Rn	86
レニウム	Re	75
ロジウム	Rh	45
レントゲニウム	Rg	111
ルビジウム	Rb	37

元素	元素記号	原子番号
ルテニウム	Ru	44
ラザホージウム	Rf	104
サマリウム	Sm	62
スカンジウム	Sc	21
シーボーギウム	Sg	106
セレン	Se	34
ケイ素	Si	14
銀	Ag	47
ナトリウム	Na	11
ストロンチウム	Sr	38
硫黄	S	16
タンタル	Ta	73
テクネチウム	Tc	43
テルル	Te	52
テルビウム	Tb	65
タリウム	Tl	81
トリウム	Th	90
ツリウム	Tm	69
スズ	Sn	50
チタン	Ti	22
タングステン	W	74
ウラン	U	92
バナジウム	V	23
キセノン	Xe	54
イットルビウム	Yb	70
イットリウム	Y	39
亜鉛	Zn	30
ジルコニウム	Zr	40

# 6 周期表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1.01												5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	2 He 4.00
2	3 Li 6.94	4 Be 9.01																10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.90
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 † La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.20	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 ‡ Ac (227)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (278)	110 Ds (281)	111 Rg (281)	112 Cn (285)	113 Uut (286)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)

原子番号  
元素  
相对原子質量

†	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
‡	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

# 7 101.325 kPa での元素の融点と沸点

融点 (°C)		元素		沸点 (°C)	
-259.2	<b>H</b>				<b>He</b>
-252.9					-268.9
180.5	<b>Li</b>	1287	<b>Be</b>		-218.8
1342		2468			<b>F</b>
					-246.0
97.79	<b>Na</b>	650.0	<b>Mg</b>		
882.9		1090			-189.3
63.38	<b>K</b>	842.0	<b>Ca</b>		<b>Ar</b>
758.8		1484			-185.8
39.30	<b>Rb</b>	768.8	<b>Sr</b>		
687.8		1377			-157.4
28.44	<b>Cs</b>	725.0	<b>Ba</b>		<b>Kr</b>
670.8		1845			-153.4
27.00	<b>Fr</b>	699.8	<b>Ra</b>		
676.8		1140			-111.8
					<b>Xe</b>
					-108.1
					<b>Rn</b>
					-71.15
					<b>At</b>
					336.8
					<b>Po</b>
					962.0
					<b>Bi</b>
					1564
					<b>Pb</b>
					1749
					<b>Tl</b>
					303.8
					<b>Sn</b>
					2586
					<b>In</b>
					2027
					<b>Ga</b>
					29.77
					<b>Zn</b>
					419.5
					<b>Cd</b>
					321.1
					<b>Hg</b>
					-38.83
					<b>Au</b>
					2836
					<b>Ag</b>
					961.8
					<b>Pd</b>
					1555
					<b>Rh</b>
					1963
					<b>Ir</b>
					2446
					<b>Pt</b>
					1768
					<b>Os</b>
					3033
					<b>Re</b>
					5900
					<b>Mo</b>
					2622
					<b>Tc</b>
					2157
					<b>Fe</b>
					1538
					<b>Co</b>
					1495
					<b>Ni</b>
					1455
					<b>Cu</b>
					1085
					<b>Mn</b>
					1246
					<b>Cr</b>
					1907
					<b>V</b>
					1910
					<b>Ti</b>
					1670
					<b>Sc</b>
					1541
					<b>Y</b>
					1522
					<b>Zr</b>
					1854
					<b>Nb</b>
					2477
					<b>Hf</b>
					2233
					<b>La</b>
					920.0
					<b>Ac</b>
					1050
					<b>Ce</b>
					3200
					<b>Pr</b>
					<b>Sm</b>
					<b>Eu</b>
					<b>Gd</b>
					<b>Tb</b>
					<b>Dy</b>
					<b>Ho</b>
					<b>Er</b>
					<b>Tm</b>
					<b>Yb</b>
					<b>Lu</b>
					<b>Sc</b>
					1541
					<b>Ca</b>
					842.0
					<b>Be</b>
					1287
					<b>Li</b>
					180.5
					<b>H</b>
					-259.2

## 8. 元素の第一イオン化エネルギー、電子親和力、電気陰性度

第一イオン化エネルギー (kJ mol <sup>-1</sup> )		電子親和力 (kJ mol <sup>-1</sup> ) (第二電子親和力 kJ mol <sup>-1</sup> )		電気陰性度								
元素		元素		元素								
1312	-73	801	-27	1086	-122	1402	1314	-141	1681	-328	2081	2372
<b>H</b>	2.2	<b>B</b>	2.0	<b>C</b>	2.6	<b>N</b>	3.0	<b>O</b>	3.4	<b>F</b>	4.0	<b>He</b>
520	-60	578	-42	787	-134	1012	-72	1000	-200	1251	-349	1520
<b>Li</b>	1.0	<b>Al</b>	1.6	<b>Si</b>	1.9	<b>P</b>	2.2	1000	-200	1251	-349	1520
<b>Be</b>	1.6	<b>Al</b>	1.6	<b>Si</b>	1.9	<b>P</b>	2.2	1000	-200	1251	-349	1520
496	-53	578	-42	787	-134	1012	-72	1000	-200	1251	-349	1520
<b>Na</b>	0.9	<b>Al</b>	1.6	<b>Si</b>	1.9	<b>P</b>	2.2	1000	-200	1251	-349	1520
<b>Mg</b>	1.3	<b>Al</b>	1.6	<b>Si</b>	1.9	<b>P</b>	2.2	1000	-200	1251	-349	1520
419	-48	579	-41	762	-119	944	-78	941	-195	1140	-325	1351
<b>K</b>	0.8	<b>Ga</b>	1.8	<b>Ge</b>	2.0	<b>As</b>	2.2	941	-195	1140	-325	1351
<b>Ca</b>	1.0	<b>Ga</b>	1.8	<b>Ge</b>	2.0	<b>As</b>	2.2	941	-195	1140	-325	1351
403	-47	558	-29	709	-107	831	-101	869	-190	1008	-295	1170
<b>Rb</b>	0.8	<b>In</b>	1.8	<b>Sn</b>	2.0	<b>Sb</b>	2.0	869	-190	1008	-295	1170
<b>Sr</b>	1.0	<b>In</b>	1.8	<b>Sn</b>	2.0	<b>Sb</b>	2.0	869	-190	1008	-295	1170
376	-46	589	-36	716	-35	703	-91	812	-183	-270	1037	
<b>Cs</b>	0.8	<b>Tl</b>	1.8	<b>Pb</b>	1.8	<b>Bi</b>	1.9	812	-183	-270	1037	
<b>Ba</b>	0.9	<b>Tl</b>	1.8	<b>Pb</b>	1.8	<b>Bi</b>	1.9	812	-183	-270	1037	
393	-47	589	-36	716	-35	703	-91	812	-183	-270	1037	
<b>Fr</b>	0.7	<b>Tl</b>	1.8	<b>Pb</b>	1.8	<b>Bi</b>	1.9	812	-183	-270	1037	
<b>Ra</b>	0.9	<b>Tl</b>	1.8	<b>Pb</b>	1.8	<b>Bi</b>	1.9	812	-183	-270	1037	
<b>Ac</b>	1.1	<b>Tl</b>	1.8	<b>Pb</b>	1.8	<b>Bi</b>	1.9	812	-183	-270	1037	



## 10. 共有結合の距離

単結合 ( $10^{-12}$  m = pm)

	Br	C	Cl	F	H	I	N	O	P	S	Si
Br	228	194	214	176	141	247	214		220	227	216
C	194	154	177	138	108	214	147	143	184	182	185
Cl	214	177	199	163	128	232	197	170	203	199	202
F	176	138	163	142	92	257	136	142	154	158	156
H	141	108	128	92	74	160	101	97	142	134	148
I	247	214	232	257	160	267			247		243
N	214	147	197	136	101		146	136		175	174
O		143	170	142	97		136	148	154	161	163
P	220	184	203	154	142	247		154	221	210	
S	227	182	199	158	134		175	161	210	205	215
Si	216	185	202	156	148	243	174	163		215	232

多重結合 ( $10^{-12}$  m = pm)

C = C	134	C ≡ N	116	N ≡ N	110
C ≡ C	120	C = O	122	N = O	114
C = C (ベンゼンの場合)	140	C = S	156	O = O	121
C = N	130	N = N	125	S = S	189

## 11. 298 K での結合エンタルピーと平均結合エンタルピー

### 単結合 (kJ mol<sup>-1</sup>)

	Br	C	Cl	F	H	I	N	O	P	S	Si
Br	193	285	219	249	366	178		201	264	218	330
C	285	346	324	492	414	228	286	358	264	289	307
Cl	219	324	242	255	431	211	192	206	322	271	400
F	249	492	255	159	567	280	278	191	490	327	597
H	366	414	431	567	436	298	391	463	322	364	323
I	178	228	211	280	298	151		201	184		234
N		286	192	278	391		158	214			
O	201	358	206	191	463	201	214	144	363		466
P	264	264	322	490	322	184		363	198		
S	218	289	271	327	364					266	293
Si	330	307	400	597	323	234		466		293	226

### 多重結合 (kJ mol<sup>-1</sup>)

C = C	614	C ≡ N	890	N ≡ N	945
C ≡ C	839	C = O	804	N = O	587
C = C (ベンゼンの場合)	507	C = S	536	O = O	498
C = N	615	N = N	470	S = S	429

## 12. 主要な化合物の熱力学的データ

物質	分子式	状態	$\Delta H_f^\ominus$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G_f^\ominus$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$S^\ominus$ (JK <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )
メタン	CH <sub>4</sub>	g	-74.0	-50.0	+186
エタン	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	g	-84.0	-32.0	+230
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	g	-105	-24.0	+270
ブタン	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	g	-126	-17.0	+310
ペンタン	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	l	-173		
ヘキサン	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	l	-199		
エテン	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	g	+52.0	+68.0	+220
プロペン	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	g	+20.0	+62.0	+267
ブタ-1-エン	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	g	+0.10	+71.0	+306
シス-ブタ-2-エン	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	g	-7.0	+66.0	+301
トランス-ブタ-2-エン	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	g	-11.0	+63.0	+297
エチン	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	g	+228	+211	+201
プロピン	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	g	+185	+194	+248
ブタ-1,3-ジエン	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	g	+110	+151	+279
シクロヘキサン	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	l	-156		
ベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	l	+49.0	+125	+173
メチルベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	l	+12.0		
エチルベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	l	-12.0		
フェニルエテン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHCH <sub>2</sub>	l	+104		
クロロメタン	CH <sub>3</sub> Cl	g	-82.0	-58.0	+235
ジクロロメタン	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	l	-124		+178
トリクロロメタン	CHCl <sub>3</sub>	l	-134	-74.0	+202
ブロモメタン	CH <sub>3</sub> Br	g	-36.0	-26.0	+246
ヨードメタン	CH <sub>3</sub> I	l	-14.0		+163
クロロエタン	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	g	-137	-53.0	
ブロモエタン	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	l	-90.0	-26.0	+199
クロロベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	l	+11.0		
メタノール	CH <sub>3</sub> OH	l	-239	-167	+127
エタノール	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	l	-278	-175	+161
フェノール	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	s	-165		+144
メタナル	HCHO	g	-109	-102	+219
エタナル	CH <sub>3</sub> CHO	g	-166	-133	+264
プロパノン	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	l	-248		+200
メタン酸	HCOOH	l	-425	-361	+129
エタン酸	CH <sub>3</sub> COOH	l	-484	-390	+160
安息香酸	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	s	-385		+168
メチルアミン	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	g	-23	+32.0	+243
水	H <sub>2</sub> O	l	-285.8	-237.1	+70.0
水蒸気	H <sub>2</sub> O	g	-241.8	-228.6	+188.8
一酸化炭素	CO	g	-110.5	-137.2	+197.7
二酸化炭素	CO <sub>2</sub>	g	-393.5	-394.4	+213.8
臭化水素	HBr	g	-36.3	-53.4	+198.7
塩化水素	HCl	g	-92.3	-95.3	+186.9
フッ化水素	HF	g	-273.3	-275.4	+173.8
ヨウ化水素	HI	g	+26.5	+1.7	+206.6



### 13. 燃焼エンタルピー

下の表に記載されている燃焼のモルエンタルピー ( $\Delta H_c^\circ$ ) は、温度 298 K、圧力  $1.00 \times 10^5$  Pa での値です。

物質	分子式	状態	$\Delta H_c^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
水素	H <sub>2</sub>	g	-286
硫黄	S	s	-297
炭素 (グラファイト)	C	s	-394
一酸化炭素	CO	g	-283
メタン	CH <sub>4</sub>	g	-891
エタン	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	g	-1561
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	g	-2219
ブタン	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	g	-2878
ペンタン	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	l	-3509
ヘキサン	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	l	-4163
オクタン	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	l	-5470
シクロヘキサン	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	l	-3920
エテン	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	g	-1411
ブタ-1,3-ジエン	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	g	-2541
エチン	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	g	-1301
ベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	l	-3268
メチルベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	l	-3910
ナフタレン	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	s	-5156
クロロエタン	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	g	-1413
ヨードエタン	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> I	l	-1463
トリクロロメタン	CHCl <sub>3</sub>	l	-473
メタノール	CH <sub>3</sub> OH	l	-726
エタノール	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	l	-1367

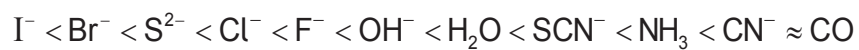
物質	分子式	状態	$\Delta H_c^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
プロパン-1-オール	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	l	-2021
ブタン-1-オール	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	l	-2676
シクロヘキサノール	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH	s	-3728
フェノール	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	s	-3053
エトキシエタン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	l	-2724
メタナール	HCHO	g	-571
エタナール	CH <sub>3</sub> CHO	g	-1167
ベンズアルデヒド	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHO	l	-3525
プロパノン	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	l	-1790
ペンタン-3-オン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> CO	l	-3100
フェニルエタン	CH <sub>3</sub> COC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	l	-4149
メタン酸	HCOOH	l	-255
エタン酸	CH <sub>3</sub> COOH	l	-874
安息香酸	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	s	-3228
エタン二酸	(COOH) <sub>2</sub>	s	-243
エタン酸エチル	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	l	-2238
エタンアミド	CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub>	s	-1186
メチルアミン	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	g	-1086
フェニルアミン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	l	-3393
ニトロベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	l	-3088
尿素	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	s	-633
グルコース	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	s	-2803
スクロース	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	s	-5640

## 14. 3dブロック元素のイオンの一般的な酸化数

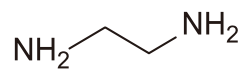
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
								+1	
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3			
	+4	+4		+4					
		+5							
			+6	+6					
				+7					

## 15. 分光化学系列

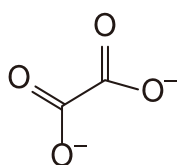
八面体錯体において二組の d 軌道の間で生成されるエネルギーの差にしたがって、配位子は分光化学系列という序列に並べることができます。



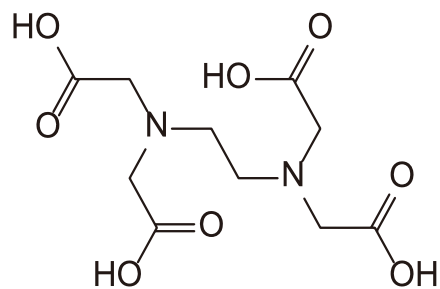
## 16. 配位子



1,2 -エタンジアミン

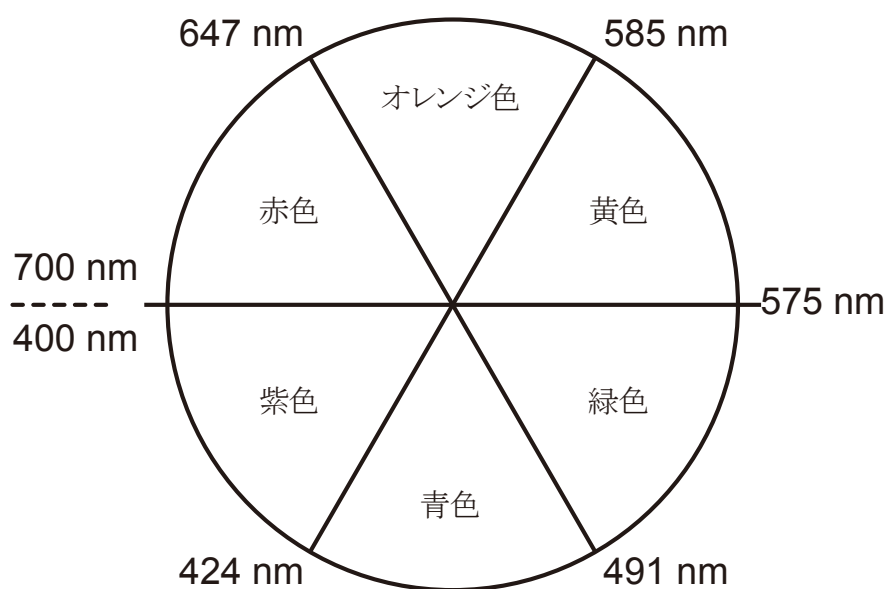


エタン二酸イオン



EDTA

## 17. 色相環



## 18. 298 Kでの格子エンタルピー（実験値）

定められた格子エンタルピーの値 ( $\Delta H_{\text{lattice}}^{\ominus}$ ) は、結晶の気体イオンが互いに無限に遠く離れる吸熱過程である  $M_aX_b(s) \rightarrow aM^{b+}(g) + bX^{a-}(g)$  に関するものです。

### 実験値

下の表に記載されているデータは適切なボーン・ハーバーサイクルによって得られた実験値です。

ハロゲン化アルカリ金属塩	$\Delta H_{\text{lattice}}^{\ominus}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )			
	F	Cl	Br	I
Li	1049	864	820	764
Na	930	790	754	705
K	829	720	691	650
Rb	795	695	668	632
Cs	759	670	647	613

他の物質	$\Delta H_{\text{lattice}}^{\ominus}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
CaF <sub>2</sub>	2651
BeCl <sub>2</sub>	3033
MgCl <sub>2</sub>	2540
CaCl <sub>2</sub>	2271
SrCl <sub>2</sub>	2170
BaCl <sub>2</sub>	2069
MgO	3791
CaO	3401

他の物質	$\Delta H_{\text{lattice}}^{\ominus}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
SrO	3223
BaO	3054
CuCl <sub>2</sub>	2824
AgF	974
AgCl	918
AgBr	905
AgI	892

## 19. 水溶液のエントルピー

溶質	$\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
NH <sub>4</sub> Cl	+14.78
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	+25.69
LiF	+4.73
LiCl	-37.03
LiBr	-48.83
LiI	-63.30
NaF	+0.91
NaCl	+3.88
NaBr	-0.60
NaI	-7.53
KF	-17.73

溶質	$\Delta H_{\text{sol}}^{\ominus}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
KCl	+17.22
KBr	+19.87
KI	+20.33
RbF	-26.11
RbCl	+17.28
RbBr	+21.88
RbI	+25.10
CsF	-36.86
CsCl	+17.78
CsBr	+25.98
CsI	+33.35

## 20. 水和エンタルピー

陽イオン	$\Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
Li <sup>+</sup>	-538
Na <sup>+</sup>	-424
K <sup>+</sup>	-340
Rb <sup>+</sup>	-315
Cs <sup>+</sup>	-291
Be <sup>2+</sup>	-2524
Mg <sup>2+</sup>	-1963
Ca <sup>2+</sup>	-1616
Sr <sup>2+</sup>	-1483
Ba <sup>2+</sup>	-1346
Ra <sup>2+</sup>	-1335
Al <sup>3+</sup>	-4741
Ga <sup>3+</sup>	-4745
In <sup>3+</sup>	-4171
Tl <sup>3+</sup>	-4163
Tl <sup>+</sup>	-346
Sn <sup>2+</sup>	-1587
Pb <sup>2+</sup>	-1523

陰イオン	$\Delta H_{\text{hyd}}^{\ominus}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
F <sup>-</sup>	-504
Cl <sup>-</sup>	-359
Br <sup>-</sup>	-328
I <sup>-</sup>	-287
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-331
BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-358
IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-446
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-205
OH <sup>-</sup>	-519
CN <sup>-</sup>	-341
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-316
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-383
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-1486
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-362
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-1099
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-2921

## 21. 有機酸および有機塩基の強さ

下の表に記載されている酸の強さは  $pK_a = -\log_{10}K_a$  の  $pK_a$  を単位としています。

解離定数  $K_a$  の値は 298K での水溶液に対するものです。塩基の強さは  $pK_b$  を単位としています。

### カルボン酸

名前	分子式	$pK_a$
メタン酸	HCOOH	3.75
エタン酸	CH <sub>3</sub> COOH	4.76
プロパン酸	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	4.87
ブタン酸	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	4.83
2-メチルプロパン酸	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCOOH	4.84
ペンタン酸	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	4.83
2,2-ジメチルプロパン酸	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CCOOH	5.03
安息香酸	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	4.20
フェニルエタン酸	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> COOH	4.31

### ハロゲン化カルボン酸

名前	分子式	$pK_a$
クロロエタン酸	CH <sub>2</sub> ClCOOH	2.87
ジクロロエタン酸	CHCl <sub>2</sub> COOH	1.35
トリクロロエタン酸	CCl <sub>3</sub> COOH	0.66
フルオロエタン酸	CH <sub>2</sub> FCOOH	2.59
ブロモエタン酸	CH <sub>2</sub> BrCOOH	2.90
ヨードエタン酸	CH <sub>2</sub> ICOOH	3.18

### フェノール

名前	分子式	$pK_a$
フェノール	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	9.99
2-ニトロフェノール	O <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	7.23
3-ニトロフェノール	O <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	8.36
4-ニトロフェノール	O <sub>2</sub> NC <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	7.15
2,4-ジニトロフェノール	(O <sub>2</sub> N) <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> OH	4.07
2,4,6-トリニトロフェノール	(O <sub>2</sub> N) <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> OH	0.42

## アルコール

名前	分子式	p <i>K</i> <sub>a</sub>
メタノール	CH <sub>3</sub> OH	15.5
エタノール	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	15.5

## アミン

名前	分子式	p <i>K</i> <sub>a</sub>
アンモニア	NH <sub>3</sub>	4.75
メチルアミン	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	3.34
エチルアミン	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	3.35
ジメチルアミン	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	3.27
トリメチルアミン	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	4.20
ジエチルアミン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH	3.16
トリエチルアミン	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> N	3.25
フェニルアミン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	9.13



## 22. 酸塩基指示薬

指示薬	p <i>K</i> <sub>a</sub>	pHの範囲	色の変化	
			酸性	アルカリ性
メチルオレンジ	3.7	3.1-4.4	赤色	黄色
ブロモフェノールブルー	4.2	3.0-4.6	黄色	青色
ブロモクレゾールグリーン	4.7	3.8-5.4	黄色	青色
メチルレッド	5.1	4.4-6.2	赤色	黄色
ブロモチモールブルー	7.0	6.0-7.6	黄色	青色
フェノールレッド	7.9	6.8-8.4	黄色	赤色
フェノールフタレイン	9.6	8.3-10.0	無色	ピンク色

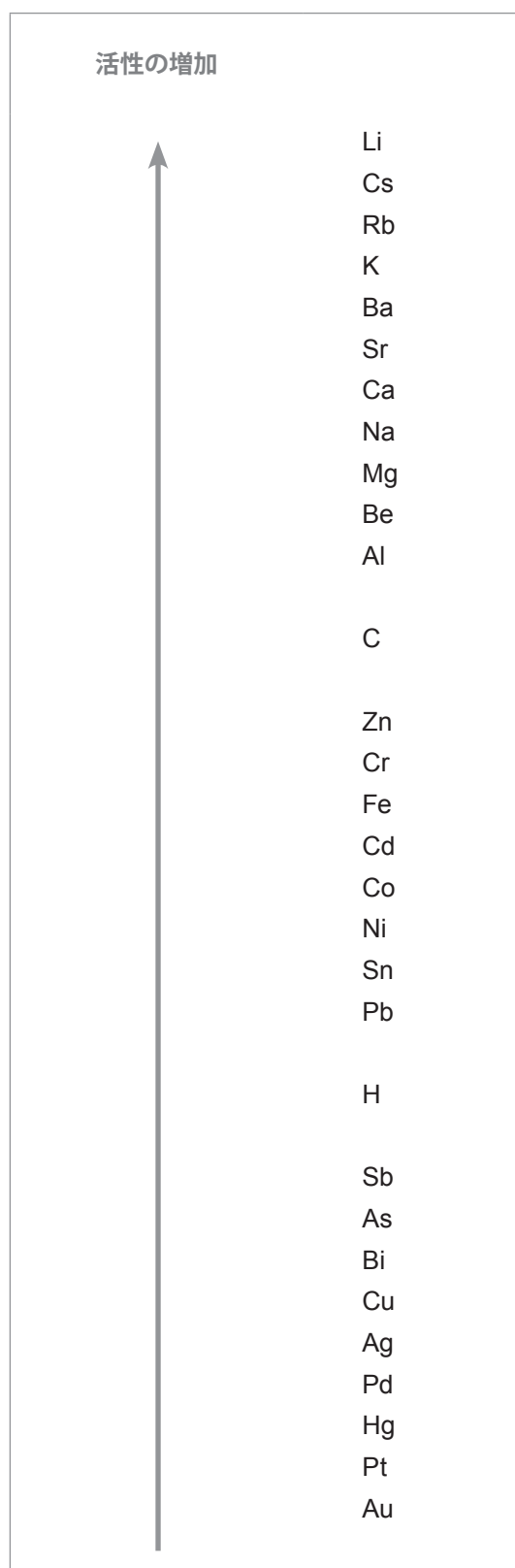
## 23. 水のイオン化定数の値

温度 (°C)	$K_w$ 値
0	$0.113 \times 10^{-14}$
5	$0.185 \times 10^{-14}$
10	$0.292 \times 10^{-14}$
15	$0.453 \times 10^{-14}$
20	$0.684 \times 10^{-14}$
25	$1.00 \times 10^{-14}$
30	$1.47 \times 10^{-14}$
35	$2.09 \times 10^{-14}$
40	$2.92 \times 10^{-14}$
45	$4.02 \times 10^{-14}$
50	$5.43 \times 10^{-14}$
55	$7.24 \times 10^{-14}$
60	$9.55 \times 10^{-14}$
65	$12.4 \times 10^{-14}$
70	$15.9 \times 10^{-14}$
75	$20.1 \times 10^{-14}$
80	$25.2 \times 10^{-14}$
85	$31.3 \times 10^{-14}$
90	$38.3 \times 10^{-14}$
95	$46.6 \times 10^{-14}$
100	$56.0 \times 10^{-14}$

## 24. 298K での標準電極電位

酸化種	$\rightleftharpoons$	還元種	$E^\ominus$ (V)
$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Li}(\text{s})$	-3.04
$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{K}(\text{s})$	-2.93
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ca}(\text{s})$	-2.87
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Na}(\text{s})$	-2.71
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Mg}(\text{s})$	-2.37
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Al}(\text{s})$	-1.66
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Mn}(\text{s})$	-1.18
$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	-0.83
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Zn}(\text{s})$	-0.76
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Fe}(\text{s})$	-0.45
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ni}(\text{s})$	-0.26
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Sn}(\text{s})$	-0.14
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Pb}(\text{s})$	-0.13
$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g})$	0.00
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cu}^+(\text{aq})$	+0.15
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+0.17
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cu}(\text{s})$	+0.34
$\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$2\text{OH}^-(\text{aq})$	+0.40
$\text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cu}(\text{s})$	+0.52
$\frac{1}{2}\text{I}_2(\text{s}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{I}^-(\text{aq})$	+0.54
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0.77
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ag}(\text{s})$	+0.80
$\frac{1}{2}\text{Br}_2(\text{l}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Br}^-(\text{aq})$	+1.09
$\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.23
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.36
$\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cl}^-(\text{aq})$	+1.36
$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1.51
$\frac{1}{2}\text{F}_2(\text{g}) + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{F}^-(\text{aq})$	+2.87

## 25. 活性系列



## 26. 赤外分光法のデータ

有機分子中での伸縮振動による赤外線吸収が特徴的に認められる範囲

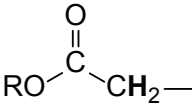
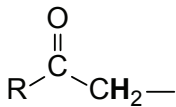
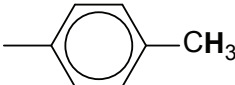
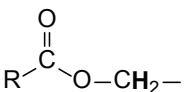
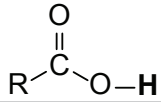
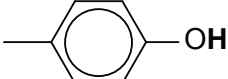
結合	有機分子	波数 (cm <sup>-1</sup> )	強さ
C-I	ヨードアルカン	490-620	強
C-Br	ブロモアルカン	500-600	強
C-Cl	クロロアルカン	600-800	強
C-F	フルオロアルカン	1000-1400	強
C-O	アルコール、エステル、エーテル	1050-1410	強
C=C	アルケン	1620-1680	中-弱：多重バンド
C=O	アルデヒド、ケトン、カルボン酸、エステル	1700-1750	強
C≡C	アルキン	2100-2260	不定
O-H	カルボン酸の水素結合	2500-3000	強：非常に幅広い
C-H	アルカン、アルケン、アレーン	2850-3090	強
O-H	アルコールおよびフェノールの水素結合	3200-3600	強：幅広い
N-H	一級アミン	3300-3500	中：2つのバンド

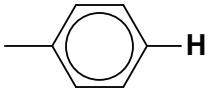
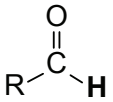
## 27. $^1\text{H}$ NMRのデータ

テトラメチルシラン (TMS) = 0 に対する典型的なプロトンの化学シフト値 ( $\delta$ )

R はアルキル基、Hal は F や Cl または Br もしくは I のいずれかを表しています。

下に記載した値は、溶媒や条件により異なる可能性があります。

プロトンの種類	化学シフト (ppm)
$-\text{CH}^3$	0.9-1.0
$-\text{CH}_2\text{R}$	1.3-1.4
$-\text{CHR}_2$	1.5
	2.0-2.5
	2.2-2.7
	2.5-3.5
$-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	1.8-3.1
$-\text{CH}_2-\text{Hal}$	3.5-4.4
$\text{R}-\text{O}-\text{CH}_2-$	3.3-3.7
	3.7-4.8
	9.0-13.0
$\text{R}-\text{O}-\text{H}$	1.0-6.0
$-\text{CH}=\text{CH}_2$	4.5-6.0
	4.0-12.0

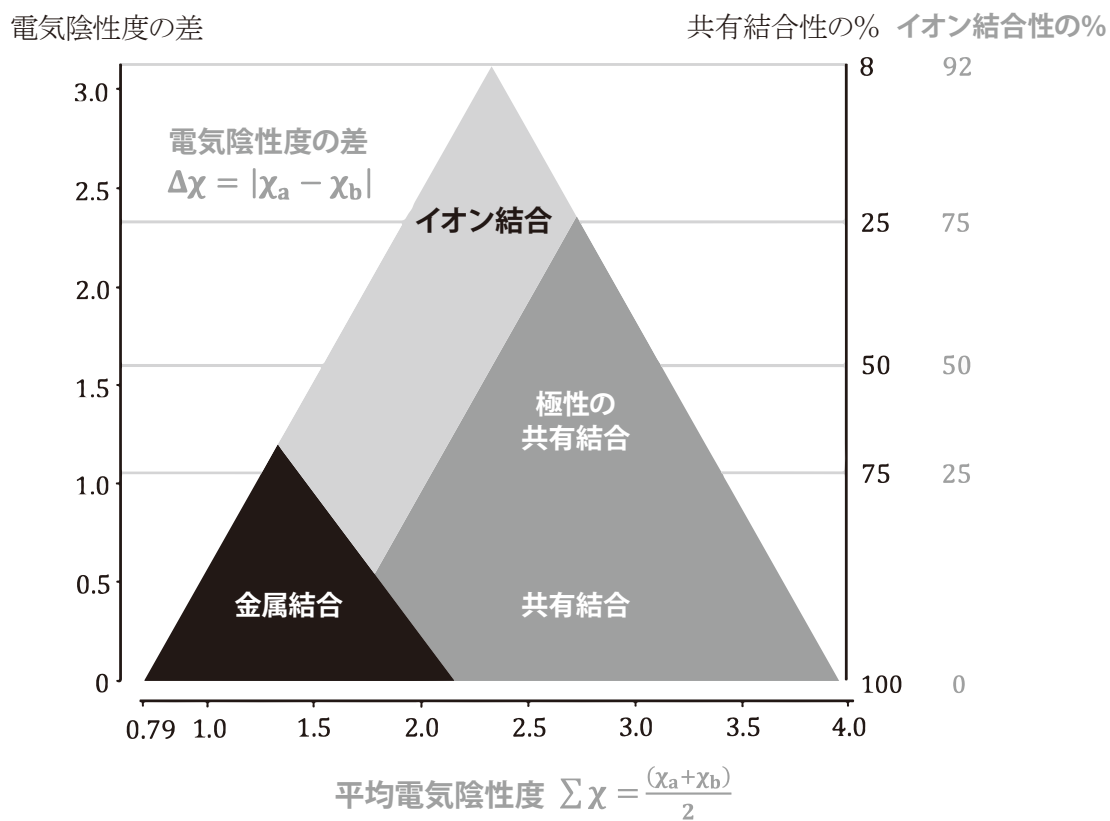
プロトンの種類	化学シフト (ppm)
	6.9-9.0
	9.4-10.0

## 28. 開裂したマススペクトルのフラグメント

開裂した質量	開裂したフラグメント
15	CH <sub>3</sub>
17	OH
18	H <sub>2</sub> O
28	CH <sub>2</sub> = CH <sub>2</sub> , C = O
29	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> , CHO
31	CH <sub>3</sub> O
45	COOH

## 29. 結合三角図

van Arkel-Ketelaar の  
結合三角図

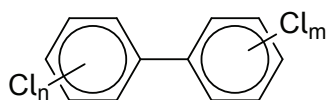




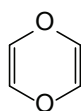
## 30. プラスチックの材質表示番号

プラスチックの材質表示番号 (RIC)	プラスチックの種類	プラスチックの材質表示番号 (RIC)	プラスチックの種類
 PETE	ポリエチレンテレフタレート	 PP	ポリプロピレン
 HDPE	高密度ポリエチレン	 PS	ポリスチレン
 PVC	ポリ塩化ビニル	 OTHER	その他
 LDPE	低密度ポリエチレン		

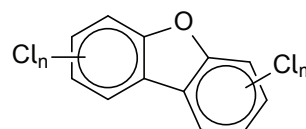
## 31. 材料分子の構造



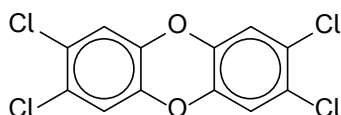
ポリ塩化ビフェニル



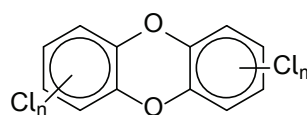
1,4-ダイオキシン



ポリ塩化ジベンゾフラン



2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ  
ダイオキシン

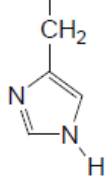


ポリ塩化ジベンゾ-p-ダイオキシン

## 32. 298 Kでの溶解度積

化合物	$K_{sp}$
BaCO <sub>3</sub>	$2.58 \times 10^{-9}$
Ba(OH) <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O	$2.55 \times 10^{-4}$
BaSO <sub>4</sub>	$1.08 \times 10^{-10}$
CdCO <sub>3</sub>	$1.0 \times 10^{-12}$
Cd(OH) <sub>2</sub>	$7.2 \times 10^{-15}$
PbCO <sub>3</sub>	$7.40 \times 10^{-14}$
Pb(OH) <sub>2</sub>	$1.43 \times 10^{-20}$
PbSO <sub>4</sub>	$2.53 \times 10^{-8}$
Hg <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$3.6 \times 10^{-17}$
Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$6.5 \times 10^{-7}$
NiCO <sub>3</sub>	$1.42 \times 10^{-7}$
Ni(OH) <sub>2</sub>	$5.48 \times 10^{-16}$
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$8.46 \times 10^{-12}$
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$1.20 \times 10^{-5}$
ZnCO <sub>3</sub>	$1.46 \times 10^{-10}$
Zn(OH) <sub>2</sub>	$3.0 \times 10^{-17}$

### 33. 2-アミノ酸

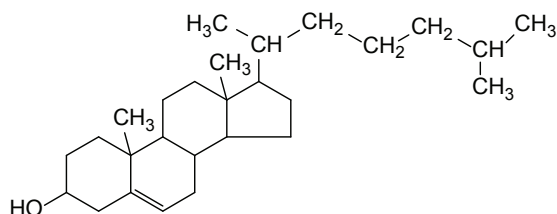
一般名	略号	構造式	等電点のpH
アラニン	Ala	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	6.0
アルギニン	Arg	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad    \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{NH} \end{array}$	10.8
アスパラギン	Asn	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \quad \quad    \\ \quad \quad \text{O} \end{array}$	5.4
アスパラギン酸	Asp	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	2.8
システイン	Cys	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{SH} \end{array}$	5.1
グルタミン酸	Glu	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	3.2
グルタミン	Gln	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad    \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	5.7
グリシン	Gly	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	6.0
ヒスチジン	His	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{N} \end{array}$ 	7.6
イソロイシン	Ile	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	6.0
ロイシン	Leu	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	6.0
リジン	Lys	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \end{array}$	9.7
メチオニン	Met	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \end{array}$	5.7

一般名	略号	構造式	等電点のpH
フェニルアラニン	Phe	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	5.5
プロリン	Pro	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{HN} \\   \\ \text{C}_4\text{H}_7 \end{array}$	6.3
セリン	Ser	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	5.7
トレオニン	Thr	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{OH} \end{array}$	5.6
トリプトファン	Trp	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2 \end{array}$	5.9
チロシン	Tyr	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	5.7
バリン	Val	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	6.0

## 34. 脂質、糖質、ヌクレオチドの成分

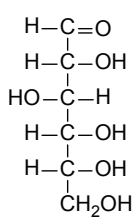
### 脂質

オクタン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
ラウリン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
パルミチン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
ステアリン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
オレイン酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
リノール酸	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
$\alpha$ -リノレン酸	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$

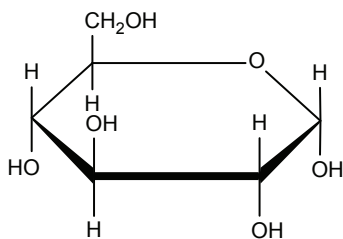


コレステロール

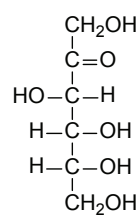
### 糖質



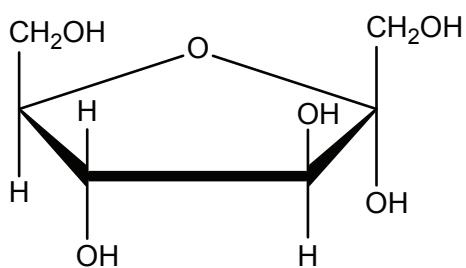
直鎖状のグルコース



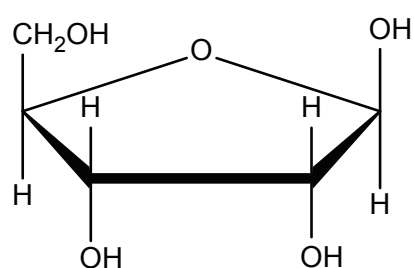
$\alpha$ -グルコース



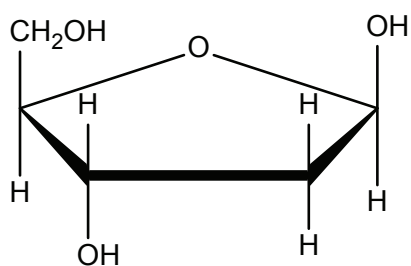
直鎖状のフルクトース



フルクトース

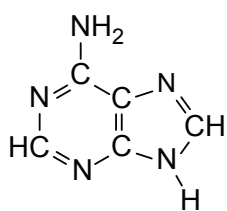


リボース

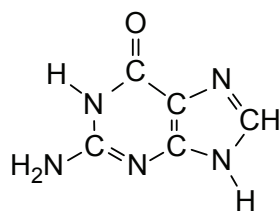


デオキシリボース

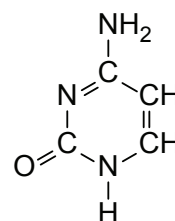
## 窒素塩基



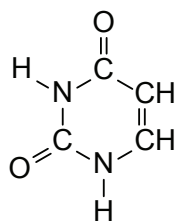
アデニン



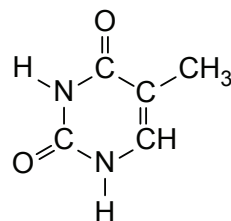
グアニン



シトシン



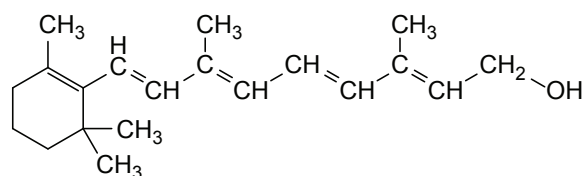
ウラシル



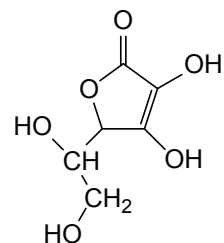
チミン

## 35. ビタミンと色素

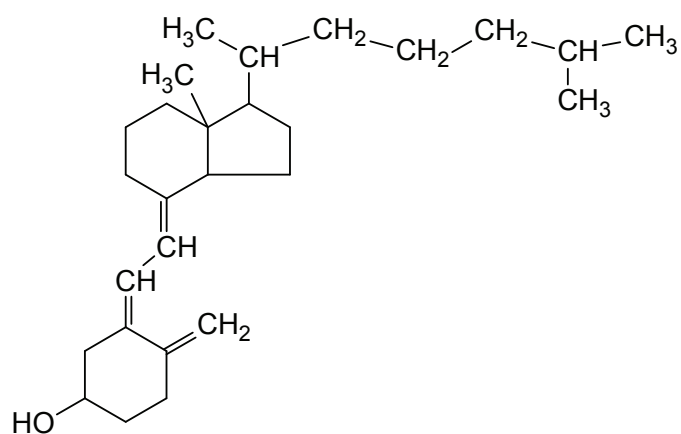
### ビタミン



レチノール (ビタミンA)

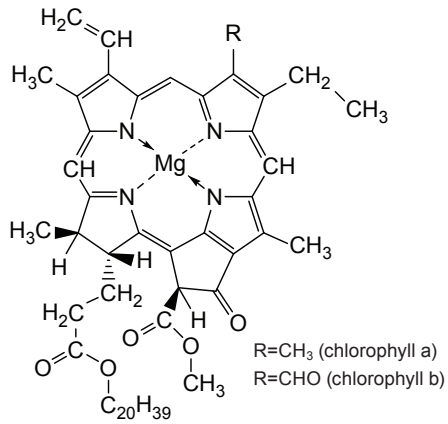


アスコルビン酸 (ビタミンC)

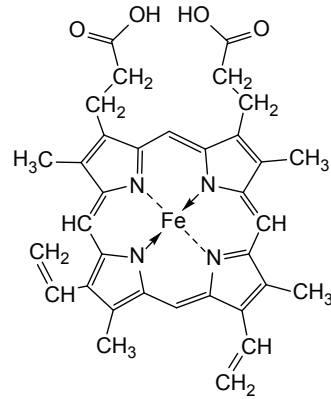


ビタミンD (D3)

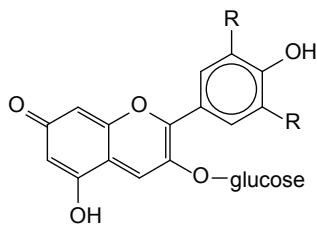
## 色素



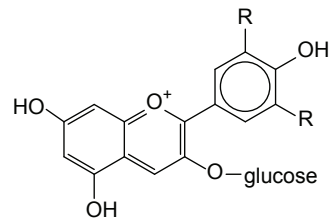
クロロフィル



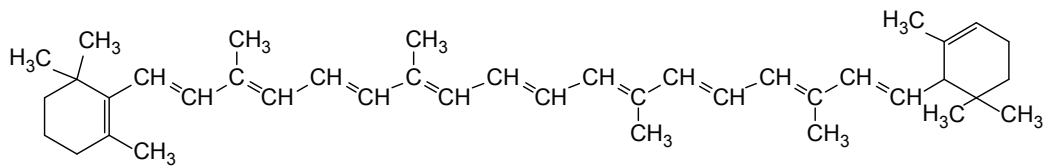
ヘム B



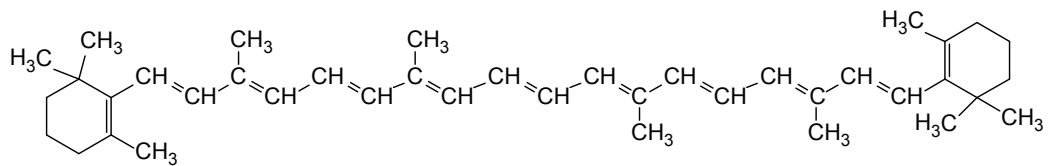
キノン型塩基 (青色)



フラビリウムカチオン (赤色)

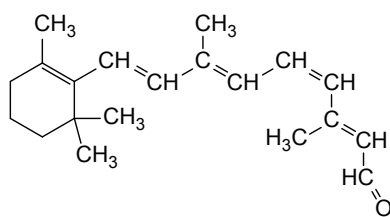


$\alpha$ -カロテン

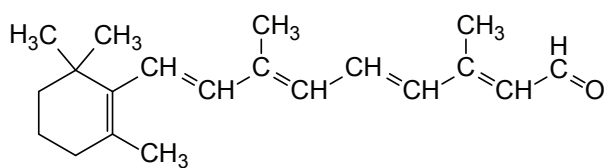


$\beta$ -カロテン



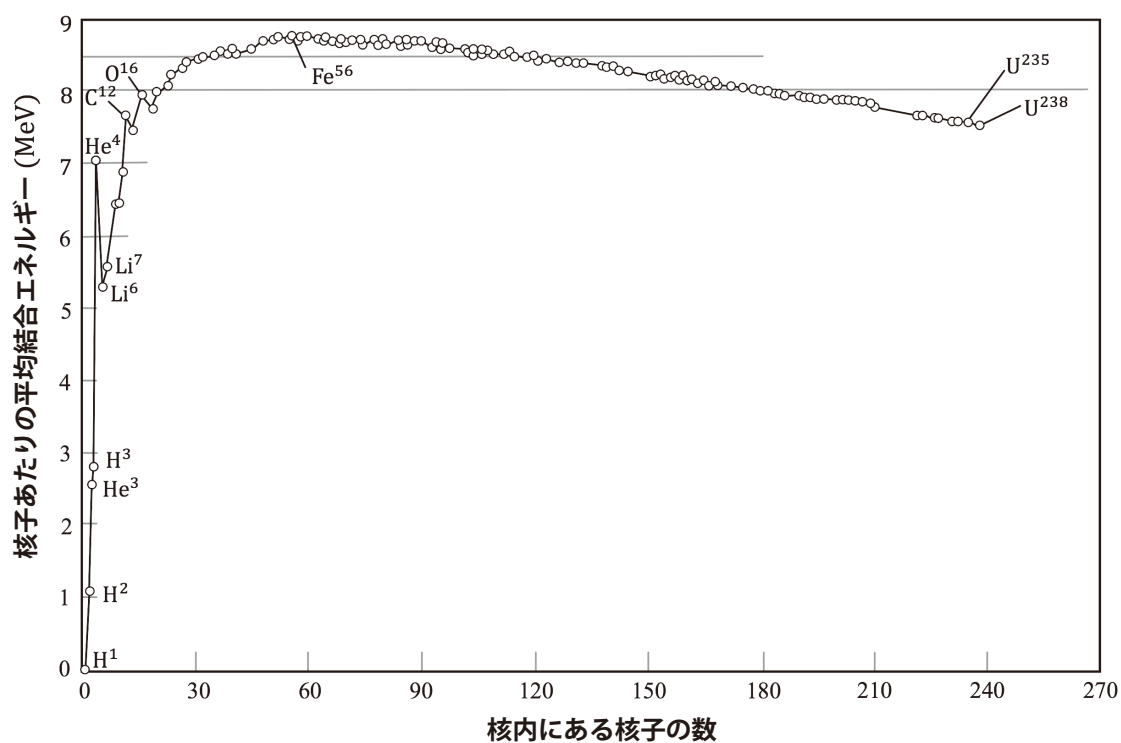


11 - シス - レチナール

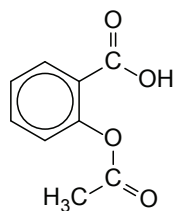


オールトランスレチナール

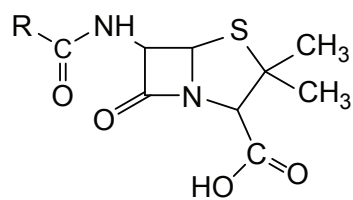
## 36. 結合エネルギー曲線



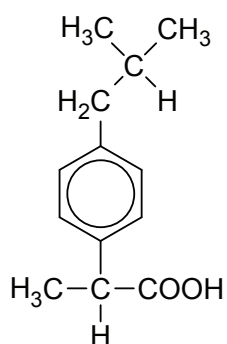
## 37. 一部の医薬品の構造



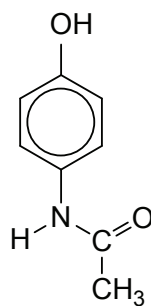
アスピリン



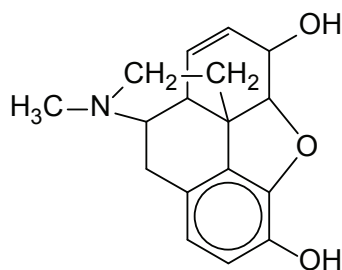
ペニシリン (一般構造)



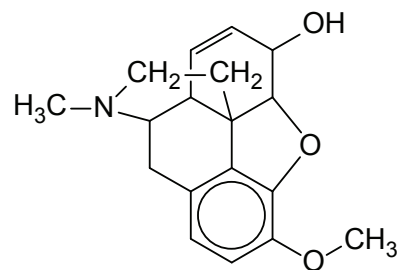
イブプロフェン



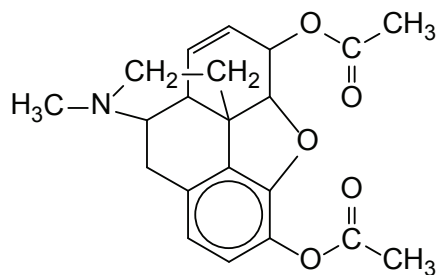
パラセタモール (アセトアミノフェン)



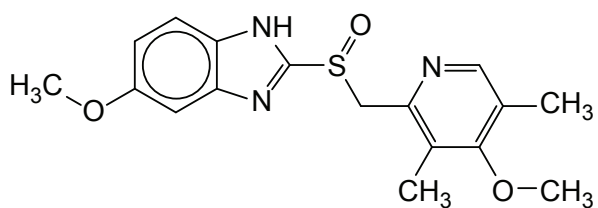
モルフィネ



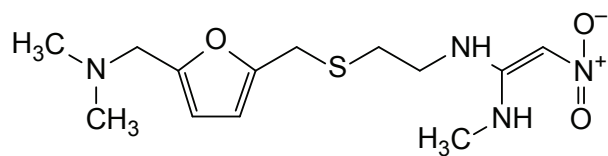
コデイン



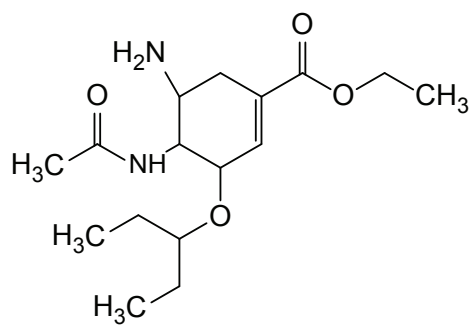
ジアモルヒネ (ヘロイン)



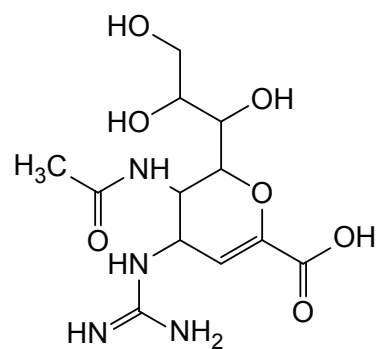
オメプラゾール



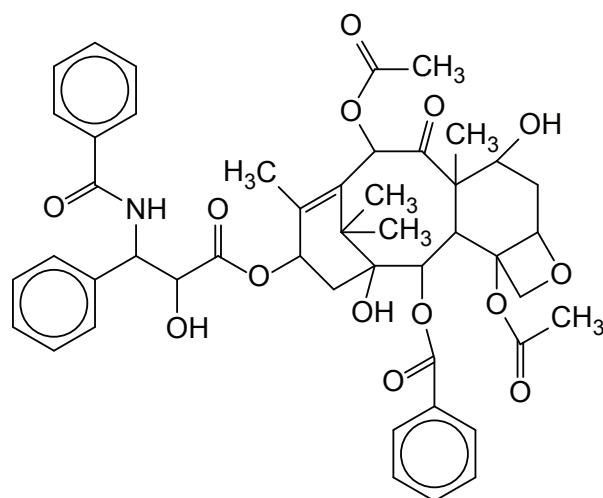
ラニチジン



オセルタミビル



ザナミビル



タキゾール

---

## 38. 参考文献

第9、10、11、12、13、22、26、27項に記載されているデータは全てもしくは部分的に以下から転載しました。

Aylward, G and Findlay, T. 2008. *SI chemical data*. (5th edition). Queensland, Australia. John Wiley & Sons.

第20項に記載されているデータは The Royal Society of Chemistry の許可を得て、複写しました。

Barret, J. 2003. *Inorganic chemistry in aqueous solution*. London, UK. Royal Society of Chemistry.

第13項に記載されているデータは部分的に以下から転載しました。

Burgess, DR. 2012. "Thermochemical Data". *NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database*. Number 69. <http://webbook.nist.gov>.

第7、8、9、12、13、18、19、21、23、24、28、32、33項に記載されているデータは全てもしくは部分的に以下から転載しました。

Haynes, WM, (ed). 2012. *CRC Handbook of chemistry and physics*. (93rd edition). Boca Raton, US. CRC Press.

第29項に記載されているデータは以下にあります。

Leach, MR. 2013. *Timeline of structural theory*. 04 January 2013. [http://www.meta-synthesis.com/webbook/30\\_timeline/timeline.html](http://www.meta-synthesis.com/webbook/30_timeline/timeline.html).