

6. 物質や万物の斑は遠い将来には消滅する

現代の自然科学では地球をはじめとする宇宙を構成している万物は非常に多くの原子や分子やイオンの集合によってできているという考えを基礎にしています。原子が集合した分子やイオンはその集合の仕方によりそれぞれ個性のある性質や機能を示しますし、分子が集合した物質はその集合の仕方によりそれぞれ個性のある性質や機能を示します。物質が集合した万物はそれらの物質のそれぞれの性質や機能が組み合わされて、その集合の仕方によりそれぞれ個性のある複雑な性質や機能をかもし出しています。

小学館の大辞泉には**斑**という漢字は**はん**あるいは**むら**あるいは**まだら**あるいは**ぶち**と読み、違った色が所々に混じっていたり色に濃淡があったりすることと説明されています。色は物質を含めて万物の個性ある性質の一つですから、色の**斑**は他のあらゆる性質にも**斑**の有ることを示しています。そのため、**斑**は色だけでなくあらゆる違った性質や機能が所々に混じっていたり性質や機能に濃淡や強弱のある場合も含んでいます。複数の成分が混ざるときには、均一で斑の無い状態や規則的で整然とした斑模様や不規則で乱雑な斑模様など、斑はその規則性や大小や濃淡や時間的な変化など種々の複雑な要素を含んでいます。複数の原子が集合し組み合わさって分子やイオンを、複数の分子やイオンが集合し組み合わさって物質を、そして複数の物質が集合し組み合わさって万物を形作っていますから、宇宙を構成している万物は色だけでなくあらゆる性質や機能が**斑**になって集合していると考えられます。さらに、万物は物質が**斑**になって構成され、物質は分子やイオンが**斑**になって構成され、分子やイオンは原子が**斑**になって構成されていると考えることもできます。

小学校では給食が終わると、小学生は蜘蛛の子を散らすように運動場に飛び出してゆき遊び始めます。昼休みが終わると先生はかなりの精力を使ってチャイムを鳴らしたり、声を張り上げたり、注意を引くような努力をして小学生を教室に呼び集めます。自然界も社会も多くの物質や人間がある斑模様の秩序を持って集合していますが、給食後の小学生のように物質も人間も放って置けば少しずつエネルギーを放出して次第に秩序を乱して散り散りばらばらに拡散して斑模様の秩序を失ってゆきます。逆に、昼休み後の小学生のようにその秩序を作ったり保ったりするためにはエネルギーを必要とします。このように物質や人間を秩序高く集合させて自然界や社会を組織させるために必要なエネルギーをエントロピーと呼んでいます。

物理学の基礎となる**熱力学の3法則**のなかには、外界から独立し遮断された閉鎖系では、エネルギーを発散しながら秩序の失われる方向に変化が起こり、逆に秩序高く組織し集合させるためにはエネルギーを必要とすることが、**エントロピーの増大**するように変化が起こるという法則として認められています。外界から独立し遮断された閉鎖系ではこの**熱力学の3法則**が万物を支配し、**エントロピーの増大の法則**により全ての斑な秩序がいずれ失われて均一化してゆくと考えられています。このエントロピーの増大の法則と斑の関係を考えると、複数の成分が混ざった初期の過程では大小様々な不規則で乱雑な斑模様に成分が入り乱れますが、斑はその規則性や大小や濃淡や時間的な変化など種々の複雑な要素を含んでいますから種々の紆余曲

折を経て、次第に規則的で整然とした斑模様になり、最終的には均一で斑の無い状態に落ち着くと解釈できるのではないのでしょうか。しかし、創生以来 1.5×10^{10} 年が経過したと考えられています、未だに宇宙は天の川やアンドロメダのような大きな銀河がたくさん存在する斑だらけの世界です。身近な自然界も第1章で見てきたように種々の斑模様で彩られています。

分子やイオンの集合の仕方により物質には分子が整然として配列した固体と、物質の中で分子が自由に動き回る液体と、物質の中のしがらみから開放されて広い空間に自由に動き回る気体の3態があります。これら3つの状態は分子が持つ運動エネルギーと分子同士が互いに引き付け合う分子間力と秩序を持って分子の集合するために要するエントロピーの3種のエネルギーが釣り合っただけで決まってくる。分子同士が近接して分子間力が圧倒的に大きい時には固体の状態を保ちますが、分子間力と運動エネルギーが拮抗するときには、互いに近い領域を自由に動き回る液体の状態になります。運動エネルギーが圧倒的に大きい時にはもはや分子同士のしがらみから解放されて分子同士が遠く離れてバラバラに動き回る気体の状態になります。このように物質の状態に影響を与える分子間力は物質を構成する分子の間の距離が近ければ近いほど大きくなりますし、温度が高くなるほど分子は個々に持つ運動エネルギーが大きくなり元気に動き回ります。そのため低温で固体の状態をとる物質も温度の上昇とともに液化し、さらに高温になりますと液体は気化してゆきます。また、気体の状態をとる多くの物質も高い圧力で圧縮して分子間の距離が短くなるように分子の密度を高くしますと液化しますし、非常に高圧の下では固化します。

運動エネルギーの小さな固体ではほとんど分子は動きませんから斑模様が維持されますが、逆に運動エネルギーが圧倒的に大きな気体の状態ではかなり短時間で斑模様は消滅してしまいます。運動エネルギーと分子間力が拮抗する液体では次第に斑模様が失われて均一な状態に変化してゆきますが、その液体の粘性や温度や攪拌などの外的な要因により斑模様の消失の速度が大きく影響されます。複数の成分が混ざる多くの場合には斑を生じますが、物質が媒体の中に均一に溶けた溶液の場合には規則的で整然とした斑模様になりますから、媒体が均一になるにつれて溶液も斑の無い均一な溶液と見做すことができるようになります。さらに人為的に掻き回しますと、媒体の移動が早められますから溶液の斑が消滅するようになります。また、部分的に温めて温度に斑を作りますと媒体に対流が生じて掻き回す操作と同じ効果が起こりますから、溶液の斑が消滅するようになります。

化学が種々の物質の性質を調べて日常生活に役立てることを目的とする学問ですから、化学者は原子や分子の個々の性質を解明し、それらの性質の互いの影響の仕方などを調べてきました。原子や分子を斑の無い純粋な形にして、その性質や特性を明らかにすることが化学の基本の手段や方法の一つとなりますし、それらの純粋な原子や分子が斑となって互いに影響する仕方を解析することが次なる化学の基本の手段や方法となります。そのため、物質に含まれる原子や分子の種類と成分比や性質や斑の規則性や大小や濃淡や時間的な変化などを知ることは極めて基本的な化学の手段であり、多くの方法が考案されてきました。斑は多くの部分でそれぞれ異なる個性を持っている状態ですから、規則的な斑はその規則に基づいて考えることに

よりその個性を明らかにすることができます。不規則で乱雑な斑は簡単な数式で表すことができませんが、統計的に処理することにより複雑な斑の個性を平均値としてある程度は明らかにすることができますと考えられています。

近年、化学の研究において知識の蓄積と技術の進歩が進み、微細な部分の性質や変化を調べる分析機器や方法が開発されてきましたから、物質の中の斑の部分の性質だけを取り出して調べることが可能になりました。例えば、非常に高いエネルギーを持つ電子線を物質に照射しますと、即座に相当する非常に短い波長の X 線を放出します。この現象を応用した EPMA と呼ばれる分析機器では、電子の到達した領域の原子の種類とその成分比に比例した強さで X 線を放出します。この電子線は物質の表面から約 $1\mu\text{m}$ (10^{-6}m) の深さまでしか到達しませんから、EPMA は固体物質の表面の極めて微細な $0.3\sim 3\mu\text{m}^3$ ($3\times 10^{-13}\sim 3\times 10^{-12}\text{mL}$) の斑の部分まで元素組成を測定できる特性を持っており、固体表面の斑模様を調べる分析機器として適していると思われます。また、X 線結晶構造解析の方法により、直径約 1mm の小さな結晶を構成する分子の原子間距離や結合角などの原子配置が求められます。

このようにしてし、統計的に処理することにより複雑な斑の個性をある程度は明らかにすることができますし、微細な斑だけの性質や変化を取り出して調べることもできますから、斑の部分の性質が物質全体の性質にどのように反映するか調べることができます。多くの場合には物質の全体に対する斑の大きさに比例するように、斑によりわずかに反応の速度が下がったり、色や硬さなどの性質が平均値として現れたりしますが、時として極めて小さな斑の性質が物質全体の性質に影響を与える場合もあります。

二酸化ケイ素に種々の金属酸化物を混ぜ込み製造された種々のガラスが広く普及しています。鉄、コバルト、銅、クロム、金の他にネオジウムやエルビウムやセリウムやバナジウムやチタンやカドミウムなどのあまり身近にない遷移元素や希土類元素の酸化物が極めて少量斑に入り込んだガラスはその元素の種類や量により、透過する光の波長や吸光度や屈折率などの性質に微妙な変化を齎し種々の色を発色しますから、これらの種々のガラスはステンドグラスから一升瓶や光通信用の光ファイバーケーブルまで広く日常生活に関与しています。

20 世紀初頭に火炎熔融法により融点 2050°C のアルミナを極めて少量の酸化クロムとともに加熱熔融して人造ルビーの製造に成功しました。その後、錬金術師の精神を受け継いできた多くの化学者たちは大英帝国の王冠のルビーより大きな 200ct を超える単結晶ルビーを製造できるようになりました。天然に産する宝石が高価で、人造宝石は含まれる種々の元素の純度が高過ぎ、斑が無く均一なために「美し過ぎる」あるいは「濁りがなき過ぎる」という基準で粗悪品と一般的に考えられていますが、近年になり権力と富の象徴であった宝石の価値にも変化が生まれ始めてきました。

純粋なニッケルやクロムでは温度の上昇により原子がムズムズと蠢きますと原子間に隙間ができて電気抵抗が大きくなりますが、ニッケル原子とクロム原子の合金のニクロムでは原子の配列に斑ができて原子間に隙間ができていますから、温度が上昇してもそれらの隙間を原子はムズムズと蠢きますから、原子間の平均的な緻密さが温度によりあまり影響されず、合金

の電気抵抗は温度の上昇によりほとんど変化しません。ニクロムは比較的大きな電気抵抗ながら高温まで温度上昇しても通電による効率も発熱量も変化せず、安定な発熱量を維持する電熱線に適しています。

規則正しく整列しているケイ素やゲルマニウムなどの 14 族の原子の金属結晶の中に窒素やリンやヒ素などの 15 族の原子が極めて少量の不純物として斑になって紛れ込みますと、15 族の原子は陽イオンとなりますが、それと同数の電子が点在して自由に動き回る n 型半導体にまります。同じようにホウ素やアルミニウムやガリウムなどの 13 族の原子が極めて少量の不純物として斑になって紛れ込みますと、13 族の原子は陰イオンとなりますが、それと同数の電子の不足した正孔が点在して自由に動き回る p 型半導体にまります。これらの n 型半導体と p 型半導体を滑らかに接合しますと、n 型半導体から接合界面を越えて p 型半導体の正孔へ電子が移動して中和します。界面を挟んで n 型半導体側は正に帯電し、p 型半導体側は負に帯電しますから、電流が n 型半導体側から p 型半導体側へは流れますが p 型半導体側から n 型半導体側へは流れにくくなり半導体素子として働きます。

一般に市販されて広く日常生活で利用されているポリスチレンは 150000~400000 の分子量を持っており、分子の太さの 500~1000 倍の長さを持っていますから、太さ 1mm で長さ 10m のタコ糸に似た細くて長い形をしていると考えられます。タコ糸がすぐにこんがらかってしまうように、種々のプラスチックもすぐにこんがらかってしまいますから、分子間力に加えて分子の運動を大きく制限します。結果としてプラスチックは高い粘性を持ち、究極まで粘性が高くなりますと外力を加えると変形したままになりますから、粘土のような塑性 (Plastic) を示し、分子の斑がそのまま保たれます。細長い構造の分子は温度の低下と共に運動エネルギーが小さくなり、整然と規則正しく結晶として整列することなく斑模様の残ったままに、こんがらかった状態で動きが止まり固化します。

種々の物質の性質を調べることを目的とする化学では、物質を斑の無い純粋な形にしてその性質や特性を明らかにし、それらの純粋な物質が斑となって互いに影響する仕方を解析することを基本の手段や方法としています。そのためには斑を可能な限りに大きく成長させて、その斑な部分を分離して取り出すことがなされてきました。溶液の中から結晶として斑を成長させて、ろ過により溶液から分離する再結晶法が最も広く行われている物質の精製法です。物質の気化の容易さを利用して物質の斑を成長させて分離する蒸留法は工業的に採用されている大量の物質の分離に適した精製法です。分子間力のわずかな違いで生じる物質の移動のし易さの違いを利用して、物質の移動のときの移動速度の斑を増幅させたクロマトグラフィーは少量の物質を純度高く分離精製する方法として化学の基礎研究で広く行われています。このように斑の部分の性質を増幅して斑を成長させて分離することが均一で純粋な物質の分離精製の基本になっています。

宇宙に存在する万物を支配していると考えられる**熱力学の 3 法則**の一つ**エントロピーの増大の法則**によりますと、万物は変化の初期の過程では大小様々な不規則で乱雑な斑模様になり成分が入り乱れますが、種々の紆余曲折を経て次第に規則的で整然とした斑模様になり、最終的に

は均一で斑の無い状態に落ち着くと考えられています。しかし、現在の地球は未だ斑に満ちていますから、本書ではその斑がどのように日常生活に影響を与えているか考えてみました。万物の中のそして物質の中の斑に関して化学の知識を織り交ぜながら独善的に見てきましたが、基本的な概念や物質の性質への影響などを少しでも深く知ることにより、何か一つでも化学の研究や教育に役立つものが見つけ出せば良いと思っております。また、逆に万物の斑に関する多くの化学的な技術や知識が快適な日常生活を生み出す助けになれば、本書はさらなる意義を持つことになると思われます。本書が万物の中の斑に関する基礎知識を深める上で貢献できればよいと思っております。

索引

- あ**
- アスパラギン酸.....52
圧力.....12, 59
油滴.....56, 67
アマルガム.....71
アミノ酸.....51, 52, 53, 54
アミノ酸分析計.....89
アミン.....53
アラニン.....52
アルコール醗酵.....82
Arrhenius.....55
アレキサンドライト.....35
アンモニア.....70, 81
- い**
- 硫黄.....75, 76
イオン.....5, 8, 9, 11, 18, 20, 40, 42, 83, 87, 91
イオン結合.....18
イオン性.....68
異性体.....80
1重膜.....52, 67, 68, 69
移動速度.....60, 66, 88, 94
イミダゾール.....52
陰イオン.....15, 42, 68
引火点.....75, 76
- う**
- 瓜肌楓.....8, 9, 21, 22, 24
ウンチ臭.....57
運動エネルギー11, 12, 13, 15, 21, 30, 32, 36, 47,
48, 49, 50, 65, 66, 67, 70, 72, 77, 81, 92, 94
- え**
- 液体.....12, 13, 15, 47, 59, 65, 70, 77, 81, 86, 92
エステル.....52, 68
- エタノール.....82
X線結晶構造解析.....52, 93
エナンチオマー.....79, 80, 81
n型半導体.....39, 40, 41, 94
エネルギー不滅.....10
Elizabeth II 女王.....34
塩基性.....42, 51
炎色反応.....23
エンタルピー.....10, 13, 55, 56
エントロピー10, 12, 13, 15, 47, 55, 56, 65, 70,
77, 81, 91, 92
エントロピーの増大の法則.....91, 94
- お**
- 欧州連合.....7
黄銅.....37, 72
黄葉.....4, 8, 9, 21
Ohm.....38
Oscar Wilde.....34
温室効果ガス.....23
温室効果ガス観測技術衛星.....23
温度係数.....36, 37, 38
- か**
- 界面活性剤.....52, 54, 66, 67, 68, 69
Gauß.....18
化学発光.....62, 63
掻き回し.....6, 19, 54, 64, 65, 66, 77, 92
拡散.....61
拡散係数.....61, 62, 64, 88
攪拌.....64, 74, 92
確率密度.....18, 20, 29
過酸化水素.....6, 9, 18, 20, 62, 63
可視光線.....22, 63
加水分解.....51, 53, 68

加水分解酵素	51, 52, 53
数平均分子量	43, 44, 45
カゼイン	52
ガソリン	74
活性化エネルギー	55
火薬	75, 76
ガラス	48, 50
ガラス状	32, 50
ガラス状態	48
ガラス転移温度	49
カリウム	76
カルボン酸	53
カロチン	8, 21, 22
感光物質	22, 62, 63
感度	23, 89

き

気化	13, 59
気化熱	14
貴金属	38, 71, 72
希釈	57, 89
気体	13, 60
気体定数	55
基底状態	63
希土類元素	33, 93
Gibbs	10
キモトリプシン	51, 52, 53
吸光現象	23
吸光度	23, 34, 93
吸光分析	89
吸収	21, 22, 23, 34, 35, 47, 53, 63
吸着	83, 89
吸熱反応	11
凝固点降下	30
凝固点降下度	30
鏡像	79
競争反応	27

共有結合	18, 31, 39, 41, 79
局所分析	20, 22, 23, 24
極大吸収波長	23
金属結合	36
金属酸化物	30, 32, 93

く

屈折率	32, 33, 34, 93
くの字型	17, 67
グリシン	51, 52, 53, 56, 57
グリセリンエステル	68
グルテン	76
黒炭	75
クロマトグラフィー	44, 88, 89, 94

け

蛍光現象	62
珪砂	32
けい素	37, 39, 41
結合エネルギー	12, 18, 21, 31, 32, 55
結合角	31, 32, 46, 79, 93
結合距離	46
煙	74, 75, 76
ゲルマニウム	37, 39, 41
原子	5, 8, 11, 20, 36, 38, 39, 40, 41, 93, 94
原子核	15, 36
原子間距離	12, 31, 72, 93
原子半径	71
元素	23, 36, 39, 41
元素周期表	15, 16, 31, 33, 39

こ

高温	75, 76
合金	36, 37, 38, 71, 72, 93
格子構造	31, 32, 34, 48
光電子増倍管	23
高分子化合物	50

酵母.....	76, 77
氷6, 7, 9, 12, 13, 18, 19, 20, 30, 60, 79	
固化.....	59
黒曜石.....	32
誤差.....	18, 89
固体.....	12, 13, 15, 47, 60, 65, 70, 77, 81, 86, 92
コラーゲン.....	53
コランダム.....	34, 35
こんがらかる.....	49
コンスタンタン.....	37, 38

さ

最外殻軌道.....	15, 17, 42
再結晶.....	84, 85, 87, 88, 89, 94
再結晶法.....	85, 88, 89
サイコロ.....	80
酢酸.....	57, 58
砂糖.....	69
サファイア.....	34, 35
酸-塩基反応.....	42
酸化.....	83
酸化アルミニウム.....	33, 34, 35, 83
酸化剤.....	75, 76
3重結合.....	56
酸性.....	42, 51, 52, 68, 84
酸素.....	43, 73, 76
酸素原子.....	55, 56
3態.....	12, 47, 60, 81, 92

し

ジオキセタン環.....	62, 63
ジオキセタンジオン.....	62
紫外線.....	22
視覚中枢.....	22
時間.....	63
色相環.....	22
質量.....	89

質量分析.....	43, 44, 89
質量分析装置.....	43
脂肪.....	68
脂肪酸.....	68
示差走査熱量計.....	13, 45, 47, 48
遮光.....	33
自由エネルギー.....	10, 55
周期表.....	16
重合度.....	42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
重心.....	31, 79, 80
自由電子.....	36, 38, 39
周波数.....	17, 74
重量平均分子量.....	44, 45, 47
酒石酸.....	80
主量子数.....	15
純粋21, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 44, 47, 49, 51, 55, 79, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94	
純度.....	41, 83, 84
消火.....	65
消化酵素.....	51, 53
硝石.....	75, 76
醸造酒.....	82
状態方程式.....	12
蒸留.....	81, 82, 83, 94
蒸留水.....	83
食塩.....	77
触媒.....	42, 43
触媒反応.....	27
Jones.....	12
シリカゲル.....	86
白炭.....	75
親水性.....	67, 68
人造宝石.....	34, 35, 93
真鍮.....	72, 73
浸透圧.....	69
親油性.....	52, 67, 68, 69

す	
水銀.....	24, 37, 70, 71
水酸化ナトリウム.....	68
水酸基.....	52
水晶.....	22, 31, 32, 35
水蒸気.....	13, 59
水素結合.....	17, 56, 67
水素原子.....	56
水素陽イオン.....	42
ステンレス.....	37, 38

せ	
正4面体.....	31, 32, 79
製塩.....	88
正規分布.....	18, 20, 26, 44, 47
正孔.....	40, 41
成長反応.....	42
静電引力.....	12, 15, 17
静電的な引力.....	18, 55
精度.....	23, 83, 84, 89
青銅.....	37, 72
生物化学的酸素要求量.....	68
精油成分.....	66
整流作用.....	41
精錬.....	41
石英.....	31, 32, 33, 48, 50, 83
赤外線.....	22
石鹼.....	68
セリン.....	52, 68
セルロース.....	75
遷移元素.....	33, 93
全体分析.....	22, 24

そ	
双極子モーメント.....	17
相互作用.....	12, 17, 21, 24, 36, 40, 50, 55, 58, 59, 60, 65, 70, 74, 75, 78, 80, 82, 84, 88, 89

ソーダ石灰ガラス.....	33, 83
塑性.....	50, 94

た	
ダイオード.....	41
対称.....	79, 80
体積.....	12, 18, 25, 57, 58, 59, 65, 66, 73, 76, 81
ダイヤモンド.....	34, 35, 39
対流.....	60, 61, 64, 65, 66, 74, 92
多段階反応.....	27
田中耕一.....	44
炭化水素.....	55, 56, 67, 68
炭酸塩.....	87, 88
炭素.....	75, 76
炭素＝炭素2重結合.....	42, 43
炭素鎖.....	42, 46
炭素－炭素単結合.....	46
蛋白質.....	44, 51, 52, 53, 56, 76, 86

ち	
Ziegler.....	42
チーグラ－触媒.....	42
致死量.....	82
Tito.....	7
着火.....	73
抽出.....	57, 89
抽出量.....	57
中性子.....	5, 8, 11
鎮火.....	65
沈殿速度法.....	44

つ	
通過時間.....	88
通風口.....	65

て	
出会いの反応.....	17, 25, 26, 27, 28, 29, 43, 54, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 73, 74, 78

転移温度	48, 50
電位差	41
展延性	73
点火	76
電荷	15, 55, 56, 66, 67
電荷の偏り	12, 15, 17, 55, 67, 88
電気抵抗	36, 37, 38, 39, 41, 93
電気抵抗率	36
電極	41
電子5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 33, 36, 39, 40, 41, 42, 55, 56, 72, 94	
電子線	24, 93
電子対	42
電導性	36, 39
電熱線	38, 94
でんぷん	76
電流	36, 38, 40, 41, 94

と

透過	21, 23, 33, 34, 35, 93
透過距離	23
透過性	32
統計	18, 19, 20, 93
透明度	23, 34, 50
糖類	82
トランジスター	41

な

鉛ガラス	33
------	----

に

にがり	88
ニクロム	37, 38, 94
二酸化ケイ素	31, 32, 33, 34, 48, 93
二酸化炭素	23, 25, 59, 62, 76, 77, 81, 83
虹	22
2重結合	56

2重膜	67, 69
乳化	67, 68, 69
乳化剤	52

ね

熱エネルギー	48, 49
熱膨張率	32
熱力学	50
熱力学の3法則	10, 91
燃焼	73, 75, 76
燃焼熱	76
粘性	13, 44, 47, 48, 50, 94
粘性率	61, 62, 64
粘度	63
粘度法	44
燃料	65, 73, 74, 75, 76

の

濃度	25
----	----

は

配位結合	17
爆発	73, 74, 76
Pasteur	81
発火点	75
発酵	75
発光現象	23
発光分光分析法	23
発光分析	89
発熱反応	10
発熱量	38, 94
Hubble	11
斑	4, 9, 91
ハンダ	72
反応速度定数	25, 55
反応停止剤	42

ひ	
p 型半導体.....	40, 41, 94
光の散乱.....	44
光ファイバーケーブル.....	32, 34, 93
比重.....	6, 7, 19, 20, 44, 64, 86
ヒスチジン.....	52, 53
歪み.....	62
必須アミノ酸.....	53
ヒドロキシプロリン.....	53
硼珪酸ガラス.....	33
標準光.....	22
標準偏差.....	18, 19, 20, 27, 29, 44, 45, 47, 49
火を熾す.....	75
頻度因子.....	55
ふ	
van der Waals 力.....	12, 47, 50, 55
ふいご.....	65
フィルター.....	86
フォスファチジルコリン.....	68
フォトダイオード.....	23
不斉炭素.....	81
不斉中心.....	79
斑	4, 9, 91
沸点.....	13, 30, 31, 50, 89
沸点上昇.....	31
沸点上昇度.....	30, 31
沸騰.....	13, 66, 82, 83
ブドウ糖.....	85
フラスコ.....	67, 69
プラスチック.....	45, 50, 94
Plank.....	15
ふるい.....	86
Brønsted.....	42
プロリン.....	53
分液ロート.....	57

分散.....	18, 44
分子.....	5, 8, 9, 11, 18, 20, 91
分子間力.....	11, 12, 13, 15, 18, 21, 30, 31, 36, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 65, 66, 67, 70, 72, 73, 74, 77, 80, 81, 82, 84, 88, 89, 92, 94
分子吸光係数.....	21, 23
分子量.....	30, 31, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 59, 60, 81, 89, 94
分子量分布.....	45
分配比.....	57, 58

へ

平均.....	7, 18, 19, 20, 22, 24, 38, 43, 44, 45, 46, 62, 82, 93
平均分子量.....	44, 45, 48, 52
平衡定数.....	55
平衡反応.....	27
Beer	21
ペプチダーゼ.....	51, 52, 53
ペプチド結合.....	52, 53
ベンゼン環.....	43

ほ

芳香族化合物.....	63
膨張率.....	33
飽和溶液.....	55
補色.....	22, 23, 34, 35
ポリエチレン.....	43
ポリスチレン.....	43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 94

ま

マイクロ波.....	17
薪.....	65
摩擦力.....	50
斑	4, 9, 91
マッチ.....	75
Munsell.....	22

マンセルの色相環.....34

み

水の状態図.....13

民族.....7

む

斑.....4, 9, 91

め

メソ体.....81

メタン.....79

も

網膜.....22

モース硬さスケール.....31

木炭.....65, 73, 75, 76

ゆ

ユーゴスラビア.....7

融点. 13, 14, 30, 31, 35, 47, 48, 49, 50, 71, 72, 93

融点降下.....30, 31, 32, 34

融点降下度.....30, 31

誘導結合プラズマ.....23

油脂.....56, 66

よ

陽イオン.....15, 42, 68

溶液.....21, 30, 55, 68, 84, 86, 87

溶解度.....55, 56, 57, 58, 84, 85, 87, 88, 89

溶解度曲線.....85

陽子.....5, 8, 11

溶質.....55, 56, 66, 84, 87

溶媒30, 31, 54, 55, 56, 58, 66, 70, 71, 84, 86, 87,

88, 89

葉緑素.....8, 21, 22

ら

ラセミ混合物.....53

ラテ・アート.....64, 66

乱雑.....6, 7, 9, 18, 20, 33, 79, 90, 91, 93, 94

Lambert.....21

り

理想気体.....12, 59, 60

理想気体定数.....12

硫酸.....87

硫酸塩.....87, 88

流動性.....48

流動パラフィン.....62, 64

量子力学.....15

りん酸.....52, 68

リン脂質.....69

る

Lewis.....42

ルビー.....34, 35, 93

れ

励起状態.....63

Lenard.....12

連鎖反応.....27

ろ

ローダミン.....62, 63

わ

別れの反応.....25, 26, 27, 28