

世界科学大事典

Encyclopedia of Science and Technology
McGraw-Hill Kodansha

3

カカケーカン

N 61/007

Encyclopedia of Science and Technology

McGraw-Hill·Kodansha

世界科学大事典

講談社

3

Encyclopedia of Science and Technology

世界科学大事典

発行 昭和52年 3 月20日 第1刷発行
昭和54年11月27日 第3刷発行
編集 講談社出版研究所
発行者 野間省一
発行所 株式会社講談社
所在地 東京都文京区音羽2-12-21 電話東京(03)945-1111(大代表)
郵便番号 112
振替 東京8-3930
製版・印刷 凸版印刷株式会社
製本 株式会社大進堂
用紙 三菱製紙株式会社
表紙 東洋クロス株式会社

N. D. C. 403 482p. 31×22cm
©KODANSHA 1977 Printed in Japan
落丁本、乱丁本はおとりかえいたします。
3540-439530-2253 (0) *

世界科学大事典

3

カカケーカン

McGRAW-HILL ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1971,
McGRAW-HILL YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1971,
McGRAW-HILL YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1972,
by McGraw-Hill Book Company Inc.

Japanese translation rights arranged through Charles E. Tuttle Co., Inc., Tokyo.

力カク

化学～環論

化学 かかく

〔Chemistry〕化学現象の科学には、物質の性質、組成、構造の研究、物質が受ける構造と組成の変化の研究、それに伴うエネルギー変化の研究が含まれている。化学は中世の錬金術から発展した。科学としての化学の始まりが正確にいつであったかはいえないが、よく引用されるのは、フランスの偉大な科学者であるラヴォアジエ(A. L. Lavoisier)が燃焼の正しい解釈をしたとき、すなわち1774年ごろである。

今日では、化学者の目的は宇宙を理解することの助けとなることである。化学はこの目的に沿う方向に大きく進歩してきた。というのは、化学は、地球上の多くの物質の構造や組成ばかりでなく、惑星、衛星、恒星や星間物質の構造や組成をも明らかにしているからである。

科学の方法 化学上の成功は、必ずしもすべての発見が計画的に行われたわけではなく、その多くは試行錯誤や偶然的なことから行われたものではあるが、科学的方法の使用によるところが大きい。それにもかかわらず、観測、分類、理論化、その理論を調べるための実験、という厳密な手続はこの科学全体に行きわたっている。

宇宙を理解するという膨大な問題は、宇宙の非常に多くのいろいろな材料を2つの偉大な実在であるエネルギーと物質に分類することによって、比較的小さな問題となり、かなり簡単化される。エネルギーはポテンシャルまたは運動エネルギーに分類することができ、さらにその形態を力学的・電氣的・放射的・化学的エネルギーのように分けることができる。物質は多くの異なった方法で分類することができる。1つの方法は物理的状態(固体、液体、気体)によるものである。しかし、おそらく最も便利な方法は組成(元素、化合物、混合物)によるものである。

化学元素 元素とは化学反応でより簡単な物質に分解することができない物質である。それは1種類の構成物(原子)からなる物質とも定義される。全宇宙で知られている元素はほんの百数種類しかない。それらの元素の注意深い研究から、それらを族またはグループに分類することがわかっている。このことは宇宙についての問題の研究を一層簡単化する。この分類は周期表と呼ばれ、周期表のおおの族またはグループの元素は似かよった性質をもっている。→元素；周期表

地球の表面で最も豊富な元素は酸素で、次に豊富なものはシリコンである。宇宙で最も豊富な元素は水素とヘリウムの2つである(図参照)。地球の地殻、海洋や人体に含まれている豊富な元素を、表1、2に示す。

化学結合法則 早期の化学の基礎は次の2つの基本法則に基づいていた。物質とエネルギーの保存則と定比例の法則(law of definite composition)である。これらの法則の確立には、化学過程における作用物質と生成物質の定量的関係および化合物中の元素の重量比についての非常に注意深い研究を必要とした。この仕事では化学てんびんが重要な器具となった。物質の保存法則が確立して

からは、元素の重さ同士を結びつけることについて多くの研究が行われた。これらのデータは、単に定比例の法則(純粋な物質の組成はいつも完全に一定に決っている)の発見を導いただけでなく、原子論や原子量の系や化合物の化学式を決定する方法などへと発展した。

ドルトンの原子論 元素が化合物をつくるときは、いつも同じ重量比で結合するという観測から結論された定比例の法則を含む、いくつかの現象を説明するために、ジョン・ドルトン(John Dalton)は次のような提案をした。物質は原子と呼ばれる粒子から作られ、その反応は原子または原子の集りの間で行われ、同じ元素の原子はすべて同じであるが他の元素の原子とは異なっているという提案である。これらの仮定は、現在認められている近代原子論の基礎となっているものである。それらはまたもう1つの化学結合の法則を説明するのにも最も便利なのである。この法則は倍数比例の法則と呼ばれるもので、2つまたはそれ以上の元素が1以上の比で結合するときは、それらは小さな整数比で結合するということを主張する。

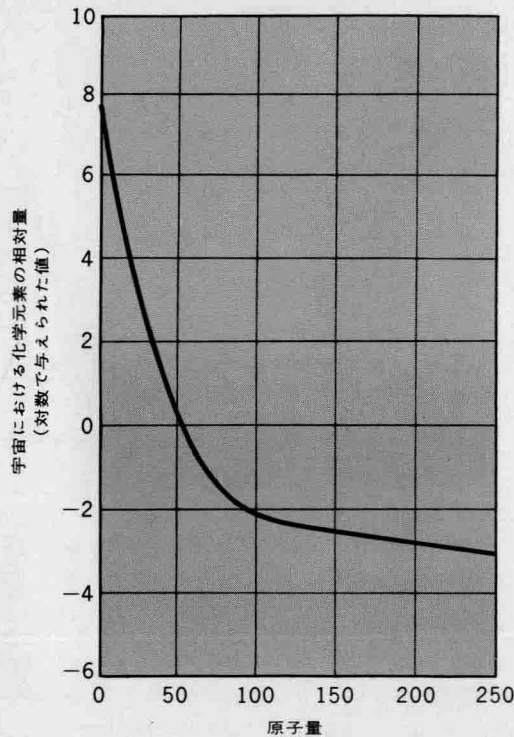
原子、分子、イオン 原子は3つの基本粒子から構成されている。原子の心臓部すなわち中心での陽子と中性子、および陽子と中性子からなる原子核を取りまいて電子である。同じ元素のすべての原子は同じ原子番号(原子核の電荷)をもっている。外殻電子の数が同じ原子は似かよった性質をもつ。このことは周期表のおおの族の元素が類似した性質をもつことを説明する。異なった原子は、電子を受取ったり失ったり、電子対を共有したりすることによって、互に反応する傾向がある。原子が電子対を共有して結合すると、分子が形成される。原子が電子を受取ったり失ったりすることによって結合するとイオンが形成される。イオンは正または負の電荷を運ぶ。

原子の構造 現在の原子の概念は、化学の全歴史の中で最も重要な意味をもついくつかの研究の成果である。

表1 地殻にある元素の相対量

	10miまでの地殻(%)	海(%)	平均(%)*
酸素	46.71	85.79	49.52
ケイ素	27.69		25.75
アルミニウム	8.07		7.51
鉄	5.05		4.70
カルシウム	3.65	0.05	3.39
ナトリウム	2.75	1.14	2.64
カリウム	2.58	0.04	2.40
マグネシウム	2.08	0.14	1.94
チタン	0.62		0.58
水素	0.14	10.67	0.88
リン	0.130		0.120
炭素	0.094	0.002	0.087
塩素	0.045	2.07	0.188
その他の元素	0.391	0.098	0.295
	100.00	100.00	100.00

*地殻、海、大気を含む。



宇宙で豊富な元素 原子量の小さい元素は非常に豊富である。

表2 人体の平均組成

元素	%	元素	%
酸素	65.00	ナトリウム	0.15
炭素	18.00	塩素	0.15
水素	10.00	マグネシウム	0.05
窒素	3.00	鉄	0.004
カルシウム	1.50	ヨウ素	0.00004
リン	1.00	フッ素, ケイ	極めて小
カリウム	0.35	素とその他	
イオウ	0.25	の元素	

- 以下にそれらの研究の最も重要な要点をまとめる。
- 1896年 ベクレル(A. H. Becquerel)による放射能の発見。この発見は原子時代をきり開き、またそれにより他の元素に衝突させることのできる高エネルギーの原子の放射線が得られた。
- 1897年 トムソン(J. J. Thomson)による、負の電気の粒子としての、またすべての物質に共通な粒子としての電子の認識。
- 1911年 エルンスト・ラザフォード(Ernest Rutherford)による、原子が非常にすきまの多い系であること、また原子核は非常に小さいが原子質量の大部分を占めているということの発見。
- 1912年 モーザリー(H. G. J. Moseley)による、正電荷が原子の原子核のところにあるという発見。
- 1913年 ニールス・ボーア(Niels Bohr)による、原子の〈太陽系〉模型の考案。この模型は、放射の量子性、スペクトル線、化学結合、元素の周期的性質などの説明に成功した。
- 1919年 ラザフォードによる、元素をラジウムからの高エネルギー粒子と衝突させて変化させ、原子番号を変えることができるという発見。
- 1920年 電子のスピン作用、対になっている電子、離散的エネルギー準位で高密度をもつ原子の電荷分布の発見。
- 1920年～30年
- 1932年 チャドウィック(James Chadwick)による中性子の発見。これは原子の中の第3の安定な粒子と認められた。
- 1934年 ジョリオ・キュリー夫妻(Jean Frédéric Joliot-CurieとIrène Joliot-Curie)による、高エネルギー

一粒子と原子核の衝突ですべての元素を放射性にすることができるという発見。

1939年 エンリコ・フェルミ(Enrico Fermi)およびオート・ハーン(Otto Hahn)とシュトラスマン(F. Strassmann)による核分裂の発見とそれに続くライズ・マイトナー(Lise Meitner)によるその過程の解釈。

原子核の最近の研究によれば、原子核も原子の外の方の電子の準位と似たエネルギー準位の系列をもっている。原子核の中で作用する力と原子核反応で認められている、多くの速い、短寿命の粒子を説明する研究が目下進行中である。

同位元素 大部分の元素は異なった原子量の原子からなっている。そのような原子を同位元素と呼ぶ。安定、放射性、合せて1,000個以上の同位元素が確認されている。大部分の放射性同位元素は合成的に作り出されたものである。大部分の安定同位元素は電気的な方法で濃縮したり分離したりすることができる。同位元素は主に追跡子(tracer)として利用される。

化合物 化合物とは元素が化学的に結合したものである。それらは分子またはイオンからできている。合成されたり、また動植物の生命や地球の鉱物の中で見いだされた産物から分離したり確認されたりしている、化合物の数は数百万種にも達する。

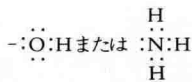
植物組織の中での化合物の源は光合成過程で、それは緑の葉の中で行われる。そこでは、化合物である大気中の二酸化炭素と水とが、長い段階の系列を通して結合し、単糖やデンプンやセルロースのような化合物を形成する。次に動物は動物組織を作るために植物組織を利用する。こうして全動物界は植物界に依存し、その植物界は光合成に依存している。→光分解

結合の型 元素を互に結びつけている化学結合には次の6つの型がある。共有結合、有極共有結合、配位共有結合、イオン結合、金属結合、水素結合である。共有結合はスピンの逆方向に向きあった電子の共有対ができていて、原子間に強い結合をつくる。共有結合の例としては H_2 , H_2O , NH_3 , HCl , CH_4 がある。もし電子対が他の原子より1つの原子に近いところにあると、電子に働く引力の違いから、共有結合は有極性になる。このことは分子の一端にわずかに正電荷を、他方にわずかに負電荷を与える。水分子は有極共有結合である。その結果、水は電気原子価化合物に対してよい溶媒作用をもつ。もし共有結合の両方の電子が1つの原子によって提供されると、その結合は配位共有結合になる。この型の結合は酸基の反応や複合イオン、例えば $Cu(NH_3)_4^{2+}$ ができるときに形成される。

イオン結合はイオンの間で生じる。金属結合はすべての金属中に存在し、金属の格子全体を自由に動く価電子の〈海〉から生じると考えられている。水素結合は、水素とフッ素や酸素やイオウのような他の元素との共有結合の有極的な性質から生じる。水の沸点は、水分子が水素結合によって高分子化されるために、予想されるよりずっと高くなっている。このことはまた、炭素原子の鎖に沿って多くのOHの群をもつ、巨大有機分子を互に結合させるときに重要である。これは動植物の組織の中でみられる多くの巨大分子で特に確かめられている。

電解質と非電解質 しばしば化合物は、溶液中でイオン化される化合物すなわち電解質と、そうでない化合物すなわち非電解質に分類される。電解質はさらに酸、塩基、塩に分類することができる。水溶液中で、酸はすっぱい味を示し、指示薬の色を変化させ、溶液中に H^+ を作る。塩基はにがみや塩気があり、指示薬の色を変え、水の中で OH^- を作り出す。塩は酸と塩基の反応の産物である。一般に酸とは電子の対を受入れることができるイオンや分子のことである。すなわち H^+ や $AlCl_3$ などである。→酸と塩基

塩基の一般的な定義は、例えば次の図のように、電子対を与えることができるイオンまたは分子である。



記号、化学式、化学方程式 元素を指定するために略号または記号が用いられる。酸素の記号はO、水素はH、ヘリウムはHe、銅はCu、ナトリウムはNa、ラジウムはRa、プルトニウムはPuなどである。化学式と呼ばれる記号の集りは分子を指定するために用いられる。水の化学式は H_2O 、二酸化炭素は CO_2 、硫酸は H_2SO_4 、エチルアルコールは $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ などである。これらの記号や化学式はいわば化学反応を表すための〈速記〉文字である。例えば、

文章による陳述：水は分解して水素と酸素になる。

言葉の方程式：水→水素+酸素。

記号方程式： $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 。

原子量 原子核は中性子と陽子から構成されている。中性子と陽子に電子を加えた全質量が原子の質量である。原子は非常に小さいので、その質量もまた非常に小さい。例えば、炭素原子の重さは 2.0×10^{-23} g(すなわち $0.00000000000000000000020$ g)である。値がこのように非常に小さいので、原子質量を表すために、新しい重さの単位すなわち原子量単位(awu)がしばしば用いられる。これは炭素原子の質量の $1/12$ と定義される。したがって炭素の重さは 12 awuであり、化学者の原子質量の引用基準となっている。→原子量

化学の領域 化学の領域は非常に広い。化学における定期刊行物についての雑誌‘Chemical Abstracts’によると、化学の異なる分野は30以上にのぼる。比較的よく知られている分野としては、無機化学、有機化学、物理化学、分析化学、生化学、薬物化学、核化学、電気化学がある。

化学の文献 化学上の話題について、毎年全世界の多種類の雑誌に公表される論文の数は非常に多い。たぶん、最も重要な科学的な雑誌は‘Chemical Abstracts’である。それは世界中の雑誌に公表された化学に関するすべての論文の要約を載せている。すなわち、およそ12,000の科学雑誌に発表される年間25万以上の論文の要約が掲載されている。

化学工業 化学製造工業はアメリカでは生産価値という点からは主要な産業である。化学製造工業は将来非常に急速に膨張する見通しである。1939年から54年までで化学工業は5倍に増加し、75年までにさらに5倍増加すると考えられている。

化学者の雇用 化学者は多くの重要で異なった仕事を行っている。研究所では化学者は新しい化合物の合成やその他の物質の性質の研究のような基礎研究を行っている。基礎研究の重要性は、国のすべての職業のよって立つ所をたぐっていくと、その半分がこれらの研究所に依存していることを考えれば、はっきりわかる。分析の研究室では化学者は元素や化合物の分析の方法を開発している。工業化学における最も重要な仕事の1つは生産目的のために大きなスケールでの化学物質の合成や純粋化である。→化学工学

工業界の化学者には、文書事務、文献要約、生産の促進、特許申請などのような他の多くの仕事がある。また高校、単科大学、総合大学における教育という重要な分野がある。

化学者は多くのいろいろな種類の研究所で働いている。石油、合成樹脂、建築、ゴム、薬品、鉄鋼のような多くの工業では、研究所や分析試験研究所をもっている。原子力エネルギーセンター(Atomic Energy Center)、地方農業研究所(Regional Agricultural Research Laboratory)、国立度量衡局(National Bureau of Standard)などのような政府の研究所がある。またメロン研究所(Mellon Institute)、ロックフェラー基金(Rockefeller Foundation)、バトル記念会(Battelle Memorial Institute)のような独立した研究基金がある。総合大学は、単科大学や総合大学

の先生と同時に、これらの多くの他の研究所の研究化学者になるための大学院学生を養成する研究所をもっている。→生化学；物理化学；分析化学；無機化学；有機化学 [ALFRED B. GARRETT]

科学 かがく

[Science] 普通、科学という言葉は、ある特徴を共通にもつ広い多様な、知的な学芸活動およびその所産としての理論的・体系的知識に適用される。この言葉の適用は形式上の定義から始ったのではなく、いろいろな学芸が何か特別な必要に応じてそれぞれ独立に起り、のちに、これらの学芸のあるものが科学の1つとして一緒にして分類するのに十分な共通の特性をもつことが観測された。しかし、ある学芸が科学と呼ばれるべきかどうかについて、常に異議がなかったわけではなく、例えば社会科学または歴史科学といわれる分野の性質に関してしばしば活発な論争があった。

通常、科学はある種の検定または証明を受入れるような正確な述べ方が可能であるという特徴がある。これは常にそれができるとは限らないけれども、特殊な科学が対象としている事態は、それ自身が検定できるように繰返させることができるということを意味する。しかし、勝手に事態を繰返させることが不可能であるような天文学や地学のような観測科学があり、可能な精密さは記述の精密さに制限される。また普通は、個々の科学の主題が現象の世界の何かであるという含みがあり、数学や論理学は最高の正確さをもつが〈科学〉というのは適当ではない。

通常科学は精密科学か記述科学かのどちらかに分類される。前者の例は物理学であり、やや低い程度で化学である。後者の例は植物・動物分類学である。精密科学は一般に精密測定の可能性で特徴づけられている。測定は数を用いた基本的な記述である。特殊な事態について測定系と測定値とが与えられるとき、その測定が同じ数値を与えるような事態をつくるのが可能であれば、その事態は適切に記述されたことになる。数学は広い範囲に数を作作用させるから、正確な測定に従う系は数学的解析を受入れる。この受入れるということは精密科学の最も一般的な特徴の1つである。記述科学の最も重要な仕事の1つは、主題とするものに正確な参照を可能にする記述または分類の方法を展開することである。→科学的方法；物理的科学

[PERCY W. BRIDGMAN/GERALD HOLTON]

科学衛星 かがくえいせい

[Satellites, scientific] 科学的知識と理解を得るために使用される衛星。科学衛星は、知識や理解のある有益な目的に応用するための実用衛星と比較されることがある。科学衛星は研究衛星と呼ばれることもあるが、実用衛星は一般にその応用分野名をとって、例えば航行衛星などと呼ばれることが多い。→人工衛星

科学衛星が行う調査の3つの主要型式を区分すると、第1は、宇宙環境などの局所的条件についての厳密な研究や測定のための使用であり、第2は、天文学と同様、研究の目的が地球以外である場合で、外側に向けての観測に使用、そしてもう1つは、調査の目的が地球の場合で、内側に向けての観測での使用である。衛星によっては、これらの調査型式の2つまたは3つを行う計測器を搭載(ぎ)したものもあるが、単一目的のものもある。

宇宙環境観測 局所測定衛星は多数の異なる調査に使用されている。最初に打上げられた衛星によって発見されたのが捕獲粒子放射で、すなわち地球磁場と荷電粒子との相互作用によって作られるバン・アレン帯であった。現在、これらの帯の調査で重視されているのは、その強さと範囲についての定義の改善、時間による強度変化、特に太陽活動の影響である。その他の型の放射、例

えば宇宙線、X線、紫外線の各強度なども調査されている。→宇宙線；バン・アレン放射

微いん石粒子の研究は、粒子の寸法、速度、衝突エネルギー分布、粒子衝突の際の物理的な過程に向けられている。将来の研究が、粒子の捕獲、化学分析、あるいは回収によるいん石データとの比較などに向けられることは疑いない。

その他、外側大気の種類、組成、時間変化の決定などの研究も行われており、特殊分野として外側大気の種類、すなわち電離圏の研究も行われている。これらの研究には、ナトリウムなど各種の成分を電離圏内に噴射して太陽放射の影響を確認する研究や、拡散などの効果を決定する研究も含まれる。

宇宙環境が衛星の材料や工程に及ぼす影響に関する多数の調査も行われている。放射障害、微いん石粒子の侵食過程の物理学、長期にわたる極めて高度な真空の影響、これらの組合せによる影響などの調査がそれである。宇宙環境の生物学的過程についての調査は継続して行われている分野であり、無重量状態の影響の調査は人工衛星において可能になった分野である。

天文学 衛星から観測を行った場合、測定値には地球大気による擾乱(ざらん) 吸収または遮蔽(しへい)がないため、外向きの調査は極めて有利になる。例えば衛星上の直径12 inの光学望遠鏡は、地上の直径100 inのものと同等の解像力をもつ。地上望遠鏡の解像力の減退は大気下層の小規模な擾乱によるもので、これはたえず屈折の状態を変化させ光像をゆがめる原因になる。

大気の影響、特に吸収がないため、光学技術は赤外、紫外、およびX線帯に拡張される。電波天文学の技術も低周波および極めて高い周波数に拡張された。これらの帯域はすべて大気圏や電離圏に遮蔽されており、これまで、地上の天文学では観測不可能な帯域であった。

衛星天文学で特に力を入れているのは、かつて高高度ロケットの飛行で発見されたX線放射量の測定である。また、最も近い恒星である太陽のX線域や紫外線域の調査も行われている。→電波天文学；天文学；望遠鏡；星

地球観測 衛星によって地球の調査を行う場合の利点は、地表の大部分を全体的(総観的)に観察できるという点と、長期にわたる連続的な観測が可能であるという点にある。これらの観察はどれも地表上の測定では困難なものである。内向き観測衛星は実施する調査の科学的基準に従って命名されることが多い。

大気物理学の研究は光学カメラまたは赤外線形成カメラによって行われるのが普通で、光学領域では雲および雲に関連する現象を検知し、赤外線域では特定の帯域を選んで水蒸気の含有量や炭酸ガスの含有量などを研究することが可能。総観的な観察であるため、これらの技術は、大気の循環、その季節変化、低層大気と高層大気の相互作用などの研究に適する。

光学技術は地表の地質学研究や海洋学研究にも使用される。将来の衛星には各種のレーダ測定装置や赤外線測定装置が搭載されるようになると考えられる。地表地質学における現在(1969)までの主な関心は、水による浸食の大規模な影響など大規模構造および表面過程にあった。海洋学研究は、水温、循環、海洋潮流地図の作成、および大気と海洋循環の関係についての研究に関心があ

る。→海洋学；地質学

電離圏物理学の研究は無線周波数を利用して行われる。この技術は本質的には電離圏探測であるが、衛星から上向きに探測するのではなく下向きに探測するものである。→電波伝搬；電離層

実用衛星 実用衛星は衛星を連続的に毎日使用することに重点を置いている。本来、調査より運用を目的とするものであるが、新しい知識を供給することもある。→実用衛星

最も大きな応用面をもつただ1つの商業衛星は通信衛星である。通信衛星は極めて高いアンテナ柱であると考えてよく、そのために遠距離通信が可能になる。遠距離局も衛星からは視線にあるので、数十kmから数千kmまで到達するマイクロ波が使用でき、極めて変動しやすい電離圏に依存する必要もなくなるので、長距離通信に使用する周波数範囲が大きく広がる。→通信衛星

航行衛星は地表上の位置を決定して天測航法と無線航法を補助しようとするもので、航海ではすでに実施されており、航空に対しては開発途上にある。→衛星航法

気象衛星は天気予報のためのデータを収集し、特に台風や竜巻などの異常気象の存在を検知する。この気象情報は地上観測の補助データとなっているが、測定技術が進歩すれば天気予報の主要データ源になるものと期待されている。この測定技術は地球表面の光学および赤外画像によるもので、局所気象現象と関連する雲の構造によって気象状態を判定するものである。→気象衛星

地図作製衛星および測地衛星は従来の技術を補助するために使用されている。地図作製衛星では地表とその上の文化地図を調整するのが目的であり、測地衛星は地球の形(geoid)を決定する援助をする。地図作製衛星は光学カメラ技術を使うものであり、本質的には空中写真測量と同じである。測地衛星は光学技術を使って地上局から見た衛星の角度を測定し、無線技術によって距離を測定するものである。間接的技術として、ジェオイドが完全な球体ではなく偏差があることによって、衛星の軌道に擾乱が生じることから、ジェオイドの形状が推定できる。→地図学

地球資源衛星は比較的新しい分野で、宇宙時代開始後に開発された唯一のものであり、水、木材、農産物、鉱物、陸地利用など地球の各種資源を探知し連続調査することを目的とする。現在、地球資源に関する作業はほとんど光学カメラによっているが、この分野が発展するにつれて他の技術も導入されるであろうことは疑いない。

軌道 科学衛星および実用衛星の軌道は、その特定の調査内容または用法の要求によって定まる。これらの要求は局所的環境に影響され、この影響が意図する目的に影響を及ぼすし、場合によっては宇宙航行体の寿命を短縮することもある。

局所測定をする衛星は調査しようとするその宇宙空間中に存在するか、少なくともそこを通過するものでなければならない。バン・アレン帯の陽子を調査する衛星は、高度数百kmから数千kmの間を運行し、その南北ひろがりの調査データを得るには傾斜軌道を使用する必要がある。また、バン・アレン帯の電子含有量を調査する場合、軌道高度を地球半径の数倍まで広げることがあり、その他の放射調査の場合には高度160~320 kmの軌

代表的な衛星のデータ

国名	衛星名	型式	目的	軌道要素		
				遠地点(km)	近地点(km)	傾斜(度)
イタリア	サンマルコ	研究	大気密度	216	800	3
アメリカ	SECOR	応用	測地	3,790	3,920	90
カナダ	アルエット	研究	電離圏	500	2,960	80
アメリカ	ベガス	研究	微いん石	517	540	29
ソ連	ボスホード	研究	有人	171	492	65
ソ連	プロトン	研究	物理学	189	304	63
中国	中国1号	研究	宇宙環境	380	2,060	68.5

道を使用し、捕獲粒子放射によって実験が汚されないように注意する必要がある。

微いん石粒子研究は低高度衛星で行うが、微いん石粒子が土星の輪のように捕獲されているのを研究することもある。この場合には、空気抗力がそれほど問題にならなくなる、高度約160 km以上の十分に高い高度である必要がある。大気密度は高度とともに急速に減少するため、低高度軌道は通常大気研究用となる。電離圏の直接測定は比較的低高度で行われ、通常約320 kmまでである。電離圏の無線周波数調査はパルス列の反射を使用して行われ、高度はさらに高く、約3,200 kmまでの高度で行われる。このとき、極軌道を使用して完全な地図の作製をすることが多い。

放射の影響がないことが必要条件の生物学的研究は、バン・アレン帯の下で行う。また、放射影響の調査は、放射帯の中心のある、高度9,600 kmで行う必要がある。

外向き調査は、大気吸収の大部分が高度160 kmですでに消滅してしまうため、通常は比較的低高度で行う。与えられた打上げロケットに対するペイロード(有用荷重)が大きくとれ、実験装置に対する放射障害がないため、低高度が好まれがちである。ただし、低周波の無線実験の場合には、電離圏は低周波に対して無視できない存在であるため、衛星は数百km以上で運用される。

内向き衛星は、低高度の方が分解能が高くなり、ペイロードが大きくとれ、放射障害もないため、ほとんどの場合低高度で運用される。その下限は実験を必要とする期間によって定まり、期間中に衛星が空気抗力によって地球へ落下しないような高度とする。高分解能測定を行う場合、そのための代表的な高度は160~240 kmである。しかし、気象学では、分解能の要求は比較的低いので、高度を数百km程度に高くし、地球が広域にわたって見えるようにしている。静止軌道高度である35,700 kmに衛星を打上げれば連続観測が可能になるが、分解能は低下する。

代表的な計画を付表として掲げておく。→宇宙探測体；宇宙飛行；技術衛星；軍事衛星；有人宇宙航行体

[ROBERT P. HAVILAND]

化学エネルギー かがく—

[Chemical energy] 化学反応はほとんどすべての場合に、熱量の吸収または放出を伴う。エネルギー保存則から、熱エネルギーが増加したり減少したりすれば、それに相当する別の形態のエネルギーが相対的に減少したり増加したりしなければならない。この別の形態というのが、その反応に含まれている化合物の化学エネルギーのことである。新しい化合物を生成するために、反応する化合物の間で原子の組替えが行われ、それによって化学エネルギーが変化する。その変化量は反応に伴う熱エネルギーの変化量に等しいが、符号は反対である。

世界中の動力のほとんどすべてが、石油炭化水素が石炭の燃焼によって得られている。ある特定の重さ(しばしば1g)の燃料が燃えるときに、熱の形態をとって放出される化学エネルギーは、その燃料の発熱量と呼ばれる。

系の圧力と体積のうち、どちらを一定に保つかによって、1つの化学反応中に放出される熱量が異なってくる。圧力一定のもとでの反応熱 q_p は、一定圧での化学エネルギーの変化量 ΔH に負の符号をつけた量に等しく、 ΔH をエンタルピー変化と呼ぶ。一定体積での反応熱 q_v は、内部エネルギー変化と呼ばれ、体積一定のときの化学エネルギー変化 ΔE に負の符号をつけた量に等しい。→エンタルピー；内部エネルギー；熱化学

1つの化合物について、その化学エネルギーの絶対値を測定することは不可能であって、測定できるのは化学エネルギーの変化量だけである。そこで出発点として、ある任意の仮定をする必要がある。仮定の1つとして、自由原子の化学エネルギーを零にとることにする。この

基準原子に関連をもっているすべての単体や化合物の化学エネルギーを測定してみよう。そのときには、測定される化学エネルギーはすべて負の量になる。どの単体や化合物でも、それぞれの原子から構成されるときには熱が放出されるからである。化学エネルギーをポテンシャルエネルギーの1つの形態とみなしてもよいので、化学結合をするときには常にポテンシャルエネルギーの減少を伴う。少なくとも定性的に言えば、その理由は量子理論にある。例えば、2個の塩素原子から塩素1分子を生成する場合のように、原子間に化学結合がつけられるときには、電子は2個の原子の間で共有される。この共有された電子のポテンシャルエネルギーは減少するから、自由原子に比べると分子のポテンシャルエネルギーはそれだけ減少することになる。

分離原子の化学エネルギーを零にするのがより基本的であるが、実際には出発点としてもっと任意性をひろげ、単体の化学エネルギーを零にするのが便利である。正確には、25°C、1気圧における単体の状態を標準に選ぶ。したがって炭素の場合には、ダイヤモンドではなく、石墨の化学エネルギーを、25°C、1気圧のもとで零であるといい、ダイヤモンドはある定まったエンタルピー値をもつことになる。→エネルギー資源；化学熱力学

[THOMAS C. WADDINGTON]

化学感覚 かがくかんかく

[Sense, chemical] 嗅覚(嗅³)と味覚、およびいわゆる共通化学感覚が3つの化学感覚を構成している。においと味の感覚細胞は、特殊化された受容器神経要素である。共通化学感覚の受容器は、未分化の自由神経終末と考えられる。これらの化学感覚は陸生動物の粘膜と水生脊椎(脊³)動物の皮膚に分布している。閾値(閾³)からみると、嗅覚が最も鋭敏で、味覚は中間、共通化学感覚は最も感受性が低い。

視覚や聴覚のような高等な感覚に比べると、化学感覚は、構造や形態が比較的单純であり、しばしば下等な感覚として分類される。これらは食物の選択や摂取、刺激物からの回避、特に下等動物では、敵や獲物の探索や異性の選択を仲介している。行動の全体を調節するうえでの化学感覚の役割は、ヒトにおけるよりも下等動物において、より重要であると思われる。

共通化学感覚はアルカリ、酸、塩の溶液のような穏やかな刺激となる化学物質に対する感受性と考えられている。このような共通化学感覚の化学的な感受性は触覚とは異なり、また口腔や鼻腔における味覚や嗅覚とも異なっている。一部の研究者たちは化学感覚が痛みや触覚と異なる性質のものであることを証明できると主張している。しかしそれはまだ明確に示すことができないと考える人も多い。→味(ヒト)；化学受容；感覚；におい

[CARL PFAFFMAN]

化学記号と化学式 かがくきごうとかがくしき

[Chemical symbols and formulas] 104の元素記号と、これら元素の組合せによって形成する無数の化合物に対する表示法(記号法)である。この記号法は19世紀以来、化学者によって考案されてきたものであり、(化学)元素記号、分子・化合物の化学式や構造を表すために設定された文字、数字、符号からなる。これらの記号によって元素や化合物は簡易に表され、ただちにわかるようになっている。幾多の国際会議が積み重ねられた結果、この記号はほとんどの科学界に認められており、化学用語は大きく簡略化されてきている。

元素 現在知られている104種の元素のおのおのは、一般に元素の名前にちなんだ記号をもっている。名称と記号の例は塩素(chlorine), Cl；フッ素(fluorine), F；ベリリウム(beryllium), Be；アルミニウム(aluminum), Al；酸素(oxygen), O；炭素(carbon), Cなどである。しかし、元

6 カガクキゴウトカガクシキ

素記号のなかにはラテン名や他の名称にちなむものもある。例えば、金(gold), Au(*aurum*にちなむ)；鉄(iron), Fe(*ferrum*にちなむ)；鉛(lead), Pb(*plumbum*にちなむ)；ナトリウム(sodium), Na(*natrium*にちなむ)；カリウム(potassium), K(*kalium*にちなむ)などである。化学記号は1つの文字のものもあるが、2つの文字からなるものももっと一般的である。最初の文字は大文字で書き、第2の文字は小文字を使う。

無機分子と無機化合物 単一元素からなる簡単な2原子分子は元素記号に添字2を付して表す。2つの原子を含むことを示すためである。すなわち、水素分子は H_2 、窒素分子は N_2 、酸素分子は O_2 で表す。単一元素からなる多原子分子は、元素記号にその構成原子数を添字として表す。例えば、リン分子 P_4 ；イオウ分子 S_8 ；ヒ素分子 As_4 などである。

異なった元素からなる共有結合性二原子分子も同様に表される。塩化水素は HCl 、一塩化ヨウ素は ICl 、ヨウ化水素は HI の分子式である。電気的により陽性の元素は常に化学式の最初に書き表す。

異なった元素からなる共有結合性多原子分子では、分子中に存在する各元素の原子数を添えて表す。例えば、塩化リン(Ⅲ) PCl_3 ；アルシン AsH_3 ；アンモニア NH_3 ； H_2O などである。また2原子分子の場合と同様に、電気的により陽性の元素は分子式の最初に置かれる。

イオン性無機化合物にも同様な表示法が用いられる。陽イオンは化学式の最初に置き、次に陰イオンを書く。化合物中に存在する各元素のイオン数を添字で表すのも同様である。普通の化合物について化学式の例をいくつかあげると、塩化ナトリウム $NaCl$ ；硝酸アンモニウム NH_4NO_3 ；硫酸アルミニウム $Al_2(SO_4)_3$ ；酸化鉄 Fe_2O_3 などがある。

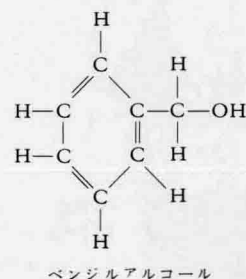
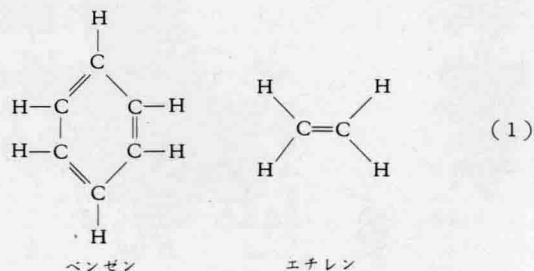
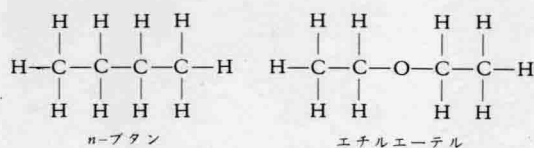
もっと複雑な無機化合物も、上と同じような方式で表すことができる。陽イオンを最初に置き、陰イオンがこれに続く。ただし、陽イオンには結合基や配位基を含ませることができる。例えば、ヘキサアンミンコバルト(Ⅲ)塩化物 $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ ；ジクロロビス(エチレンジアミン)クロム(Ⅲ)硝酸塩 $[Cr(en)_2Cl_2](NO_3)_3$ (ここで en はエチレンジアミンの略号である)；トリオキサレート鉄(Ⅲ)カリウム $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ などである。硫酸銅(Ⅱ)五水塩のような無機化合物の水和物は、化学式の次に水の分子式を書き、かつその頭に数字で水の数を表す。すなわち、この化合物の記号は $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ である。

有機化合物 有機化合物は無機化合物よりずっと数が多いから、第1のグループの表示法は著しく複雑になる。多くの異なった型の有機化合物が知られていて、例えば炭化水素の場合、芳香族と脂肪族、飽和と不飽和、環状と多環状など、さまざまである。用いられる表示法は、種々の炭化水素自体を区別でき、またこの炭化水素グループをアルコール、エーテル、アミン、エステル、フェノールといったように、他のグループから区別できるものでなければならない。

有機化合物はいくつかの異なった方法を用いて表すことができる。まず第1の方法は実験式法と呼ばれる。一般的な例はメタン CH_4 ；エタン C_2H_6 ；エチルアルコール C_2H_5O である。ただしこの方法では、分子構造が示されず、また異性体が区別されていないなどの欠点がある。

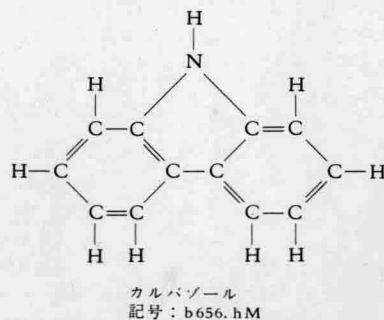
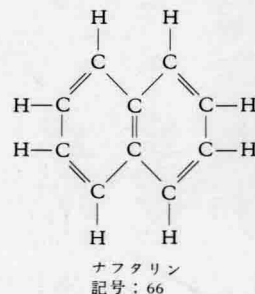
第2の方法は化合物をその構造式で表すことである。この方法は式(1)の表示法によって明らかにわかる。この方法は第1の方法と比べると多くの利点がある。まず正確な構造(わかっていることが前提である)を図式で表すことができ、異性体あるいは他の構造変化に関して、あいまいさの入る余地はない。

第2の方法の欠点の1つは、多くの場合、構造を単純な線型に記述できないことである。また、種々の環状化合物や他に複雑な要素をもった化合物を表すのに特別な型が必要になる。この欠点を克服するために第3の方法(線型式表示法)が用いられる。この方法の例は、アセトン CH_3COCH_3 ；3-クロロペンタン $CH_3CH_2CHClCH_2C$



H_3 ；メラミン $NC(NH_2)NC(NH_2)NC(NH_2)$ ；マロン酸

$HOOCCH_2COOH$ がある。しかし複雑な環状化合物に対しては、この方法はやっかいである。



線型式法を簡略にするために、他の線型式法がいろいろと提出されている。ウィセッサー(W. J. Wiswesser)の方法、ダイソン(G. M. Dyson)の方法などである。前者の方法では、含まれる元素、ならびに官能基や種々の環状系に関する記号が用いられる。例えば1Hはメタンの記号である(1はメチル基 CH_3 を表す)；4Hは正ブタン(4はブチル基 C_4H_9 を表す)；2Qはエチルアルコール(2はエチル基 C_2H_5 を表し、Qは $-OH$ 基を表す)；RHはベンゼンである(Rはフェニル基 C_6H_5 を表す)。この方法の利点は式(2)の表示法をみれば明らかであろう。

ダイソン表示法は、化合物を単純な線型に記述できる点においてはウィセッサー法と同様である。この方法ではメチルアルコールはC.Q；正プロピルアルコールはC₃Q；フェノールはB6.Q；α-ナフトールはB6₂.Q,3であ

る。→化学；錯化合物；無機化学；有機化学

[WESLEY WENDLANDT]

科学技術文献 かがくぎじゅつぶんけん

[Literature of science and technology] 今日、数多くの科学技術文献が出版されており、主として科学者、技術者、研究者、あるいは科学技術に興味がある一般読者に対していろいろな情報を提供している。これらの文献は世界中のいたるところでさまざまな言語で出版されている。その扱う内容、型式、質もいろいろで、その数は莫大(もくだい)である。しかもそれは高価でもある。

科学技術とその文献とは本質的に不可分の関係にある。この両者の間に密接な相互関係があることから、科学者でない者が予備的な勉強や経験なしで、科学技術文献のどれか1つでも完全に理解するのはおそらく困難と思われる。個々の特殊な記号、専門用語、理工学分野で特有の意味をもった言葉などがあるために、科学者や技術者でさえも自分の専門分野以外のことは、ある程度の勉強をしなければ完全に理解するのはむずかしい。

科学技術の第1次情報源は、最初に(ときにはたった1つの)出版された独創的な研究や開発の報告書や、理工学を技術や産業へ新しく適用した説明書などである。このようなまだ十分には整理されていない研究成果は、主に定期刊行物、それぞれの研究報告書、特許公報、学位論文、企業体における技術報告書などに発表されることが多い。このような第1次情報源としての文献から、あるいはそれを参考にしてまとめられた図書や著作物は科学技術情報の第2次情報源となる。ハンドブック、百科事典、論文集、図書目録、評論雑誌、アブストラクトや索引を掲載した連続出版物、その他の参考書、さらにすべての翻訳図書などがこれに該当する。

文献の案内書、人、組織、生産物などの一覧表、あるいは教科書などは第3次情報源とみなされている。この分野における一般図書、伝記、歴史書、これに類した比較的科学的技術とは関係がうすい出版物は、科学書そのものでなくて、むしろ科学書に類したものと考えられている。

第1次情報源

独創的な研究報告書、特許公報、生産企業刊行文献などは第1次情報源である。

定期刊行物 本来これらの出版物は、科学技術の第1次情報源たる文献の大部分をしめている。定期刊行物には雑誌、公報、会報、議事録、その他新聞と年刊書物以外で定期的にかつ続けて出版されるような連続出版物などが含まれる。残念なことに、今日世界中で出版されている科学に関する定期刊行物のすべてを載せた目録は存在していない(国家的なものすらない)。またそれに関連する、科学、技術、研究を扱った定期刊行物の正確な定義についても、意見が統一されていない。しかしながら、信頼できる筋によると、1962年の世界中の科学技術の定期刊行物の名称の数は35,000であり、その数も年々少しではあるが増加しているといわれている。またこれらの定期刊行物の1つ1つが、1966年には平均65編ずつの論文を載せたと推定されている。定期刊行物の発刊、廃刊などはある程度は相殺されているものの、出版される論文の数や長さは年々着実に増加しており、結果的には全体の文献の量は10年ないし15年ではほぼ倍になっていると考えられている。また、ある別の調査によると、基礎科学に分類されている文献のうち、その95%が定期刊行物であることを明らかにしている。

少なくとも100か国が科学技術に関する研究雑誌を定期的に出版している。これらは出版される国の言語とは無関係に、40か国の言語のいずれかで書かれている。そのうちのほぼ50%は英語で書かれている。残り14%がロシア語、10%がドイツ語、9%がフランス語、4%が日本語、3%がその他のイタリア語、スペイン語などで書かれているが、言葉の重要性はそれぞれの主題により異なり、

主題の重要性は国それぞれで異なっている。

定期刊行物の内容は、技術水準にもよるが、扱う題材の種類によってもかなり異なっている。例えば、専門的な科学技術関係の出版物は基礎的な研究や問題の技術的側面をより一層強調する傾向がある。これに対して産業や商業関係、私的出版物などは、より実際の私的な面や大衆向きな面を強調する傾向がある。これらの出版物に共通することは、その道の権威者や専門家に頼んで、出版前にその原稿に批評を加えてもらい、それらの出版物に信頼性、権威、威信を与えようとしたがることである。研究所、大学、政府機関のような組織でも、民間で出版されるものに匹敵するほどの定期刊行物を出版しているが、これらの組織はその組織自身の業績を強調する傾向が強い。ただし、当然ながらそれらの中にも例外は存在する。

会議論文 国家的、国際的な会議や学会、討論会、談話会、研究会、その他の技術に関する会議に提出された論文は、科学技術文献にとって重要な第1次情報源となることが多いが、これらの様式はさまざまで、その実体は全体的には把握(はさ)しにくいことが多い。会議終了後、その期間はさまざまであるが、ある期間がたってから発表論文は会議を開催した団体自身、母体となる科学学会、あるいは私的出版業者などによって完全な(あるいは部分的な)編集物として出版される。それらは定期出版雑誌中の論文あるいはその補遺として出版されることもあるが、ときには単なる記録あるいはアブストラクトだけのこともある。また、前もって印刷され、あとではまったく出版されないこともあり、この場合は会議に出席した人と手紙による注文にまにあった人だけしか文献を入手することができない。科学会議の開催予定は、その報告となる技術出版物と同様、現在では定期的に公表されている。

モノグラフ モノグラフとは相当長い期間にわたる特殊分野の研究成果などで、標準的な雑誌に発表するのが不適当であるようなものを個別に出版した報告書である。これはそれ独自でまとまりのある形態をもったもので、著者がそれまでに公表したことのない独創的な研究の理論や実験を要約したもの、あるいは同じ分野におけるモノグラフの続き物の1つなどが多い。

政府機関研究報告書 ある種の政府の研究・開発計画に関する報告書も、科学技術文献の第1次情報源として重要な部分を占めている。これらの報告書は研究過程の比較的初期の段階で経過報告の形式で出版されることが多いので、比較的未熟なかたちの文献である。経過報告書は時間的経過の1断面からみた議論にすぎないのであるが、最終的報告から捨てられるかもしれない否定的な結果や偶発的なデータを含んでいることもあるので、注意が必要である。

研究報告書は政府と関係を保ちつつ研究を行うすべての研究機関で作成され、順にこれらに興味をもつすべての施設(指定された図書館を含む)に配布される。国家の安全にかかわるデータを含んだ機密扱いの報告書は、ある特定の個人や機関だけに配布される。機密扱いでない報告書でさえ多少限定されて配布されているために、それらのほとんどは第1次情報源の大部分をしめる標準的な文献で紹介されたり、抜粋されたり、目録に載せられたりすることは少ない。

アメリカでは連邦科学技術情報の交換所(米国商務省標準局 U. S. Department of Commerce, National Bureau of Standards)は、原子力委員会(Atomic Energy Commission AEC)、国防省(Department of Defense DoD)、米国航空宇宙局(National Aeronautics and Space Administration NASA)、およびその他の各省や政府機関が公表する機密扱いでない報告書や翻訳物の公告、販売、配布の責任を負う機関である。これは1965年に、以前の技術提供局(Office of Technical Services OTS)に代って設立された機関である。

機密扱いでない報告書や翻訳物は 'U. S. Government

Research and Development Reports(USGRDR)'に発表される。米国原子力委員会の技術報告は 'Nuclear Science Abstracts(NSA)'に掲載される。米国航空宇宙局の技術所見、記録、その他の報告は 'Scientific and Technical Aerospace Reports(STAR)'に掲載される。USGRDRの索引はUSGRDR, NSA, STARの3つの中に載せられている政府提供の報告書や翻訳物のすべてを扱っている。国防省の機密報告書は現在機密扱いとして分類されているが、防衛文書センター(Defense Documentation Center DDC)で限られた範囲内で利用されている 'Technical Abstracts Bulletin(TAB)'に発表される。

リプリント リプリントは、17世紀の先人たちの流行にもみられるが、比較的狭い特殊な研究をしている、小さいときには国際的でもある科学者たちのグループのための研究経過報告書である。政府機関の研究報告書と同様、技術的文献としては未熟な部類に属し、参考にされたり公表されたりすることは少ないが、歴史的になり得るものである。リプリントは参考書としてあげられることがあるにしても、特別に配布される範囲の人だけにしかその存在が知られないので、会議録よりもはるかに得がたいものになっている。これらは迅速でかつ時宜を得た文献とはいえるかもしれないが、のちに正式に出版されなければ文献一覧表やアブストラクトに載せられることがないような文献であり、したがって、これは第1次情報源以前の出版物であるといった方がよいであろう。未開拓の分野の研究を行う科学者にとってリプリントは必要欠くことのできないものであるが、他の人にとっては必ずしも重要なものではない。しかし、ある研究分野で、現在だれがなにを行っているかを正しく知ることにはリプリントの存在意義はあるようである。

特許公報 発明が特許になるには、新規性がなければならないこと、他にアイデアとその応用について記した出版物がないことなどが条件となる。したがって特許公報は第1次情報源になる文献に属すると考えられている。

特許は科学者や技術者にとって特に興味深いものである。科学に関する特許は普通のサービス機関によっても文献一覧、アブストラクト、目録などがつくられており、このような例はほかにはあまりない。特許公告、アブストラクト掲載雑誌、それぞれの特許印刷物は、さまざまな国の特許庁およびある種の図書館で入手することができる。しかし広範囲の特許を探すには、その分野における技術知識、特許法の知識、および相当の時間が必要である。

学位論文 学位論文には、かつて正規の文献などに公表されなかった興味ある重要な独創的研究に関するデータがいろいろ含まれている。たとえ学位論文の中心となる部分が公表されたとしても、一般にはそれはごく一部分であることが多く、重要な部分の詳細は原典に求めなくてはならないであろう。

企業発行情報 これらの出版物は特殊な製品や、それらの開発に関する唯一の特別な情報源となることが多い。もしその情報がどこかほかで出版されることがなければ、これが第1次情報源となる。技術広報、データ表、価格目録、製造業者の設備や工程などを述べた出版物などが典型的な例である。

第2次情報源

第2次情報源に分類される文献の大部分を占める参考文献には次の3つの型がある。

1. 第1次情報源から選んだ情報を整理して掲載したもので、ある問題に関して、一般的なものから特殊なものまで、あるいは古いものから最近の新しいものまで、公表された情報を体系的に知るうえで役に立つものである。例えば文献一覧そのもの、解説図書、文献一覧を載せた定期刊行物、ある種のアブストラクトを載せた定期刊行物などがある。

2. 第1次情報源から選んだ情報の概要を述べたもので、ある問題に関する最近の話題を求めたり、わかりや

すく明確な情報を得るための手助けになるものである。例えば、評論雑誌、会議録、モノグラフ、ある種のアブストラクトを載せた定期刊行物などがある。

3. 必要とされる情報を簡潔にまとめたものである。例えば確証された事実、公式、処理、等式、意義、定理、歴史、伝記などを含むものである。この情報は第1次情報源から精選され、見やすいように定まったかたちに編集される。例えば辞書、百科事典、ハンドブック、データブックなどがある。

技術に関する翻訳物も科学技術の第2次情報源として重要な(しかも高価な)部分を占めている。これらは第1次・第2次・第3次情報源の性格を有する特殊な翻訳文献であるが、実際には原文の出版物と同様に扱われることが多い。科学技術にとって翻訳は決して新しいことではない。1957年以来、科学技術の知識を広めようとする緊急計画から、世界中の多くの政府、団体、大学、私的機関は、従来ロシア語、中国語、日本語、あるいはその他の言語で出版していた書物の英訳書をすすんで出版するようになった。もちろん逆に英語からこれらの言葉への翻訳も行われている。

現在、英語に翻訳された300あまりの定期刊行物が、完全翻訳、精選された論文だけの翻訳、アブストラクトなどの形式で発行されている。そのほか、幾千もの個別論文、モノグラフ、あるいはその他の著書などが、いろいろな民間業者や、米国商業手形交換局(U. S. Department of Commerce Clearinghouse)、特殊図書連合翻訳センター(Special Libraries Association Translation Center)、ジョン・クレラー図書館(John Crerar Library)、カナダやその他の国の同様な機関などから翻訳出版されている。この第1次・第2次情報源が混じり合った翻訳文献は、絶えず新しい特殊雑誌を取込んで膨れあがりつつあるが、これは必ずしも一般の科学技術文献の母体には同化されているとはいえない。研究論文の著者は原論文を引用したがるもので、事実上この種の翻訳物は主として非西欧の科学技術の一種の監視システムとしての役割だけを果たすようになってきている。

索引の形式 この節ではさまざまな索引の形式について検討する。

〔索引〕 索引とは著作物(1冊の本、本の組、装丁された雑誌のようなもの)に含まれる名称、用語、話題、場所、数式、その他の重要な項目などを、それが論じられている正確なページとともにアルファベット(あいうえお)順に列挙した表である。普通それは書物の一部に挿入(§32)されるが、別に出版されることもある。アルファベット順よりもむしろ、年代順、地理的な面、数値的な面あるいはその他の方法で整理されることもある。辞書、百科事典はもちろんであるが、いかなる書物でも索引は必要である。うまく編集された索引は情報を必要とする人にとっては最も重要な手段になり得るのである。

〔参考文献リスト〕 参考文献リストとは、ある1つのまとまった題材や人物などについて分類した第1次あるいはそれ以外の種類の文献の一覧表である。通常、著者によって年代順かアルファベット順に編集されることが多い。それは包括的なもの、精選されたもの、注釈をつけたもの、あるいは評価をくだすためのものなどいろいろある。参考文献リストは別々に出版されたり、1つの大きな書物の一部として出版されたりするが、読者に情報を知らせること、さらにより深い調査をすすめること、より詳しい議論のための適切な注意を与えることなどの目的に役立っている。通常、期間や題材の範囲は限定されているので、よい参考文献リストとは、限られた範囲で過去の文献探しをより容易にするのに役立つものでなくてはならない。

文献索引集 文献索引集は文献速報などと呼ばれることもあるが、これは第1次情報源としての雑誌に掲載された論文(あるいはそれに対するその後の論評)の表題を編集した定期出版物である。これには新しい図書やその他個別に出版される資料の表題なども含まれていること

がある。普通、表題は主題によってアルファベット順に並べられることが多いが、主題と著者を1つのアルファベットの組にして並べたり、著者だけの索引を別に載せたりすることもある。この種の発行物は週刊、月刊というように一定の周期で出版されるのが普通である。文献索引集にもいろいろな形式のものがある。例えばある分野の精選された雑誌だけを対象とし、それを包括的に扱いながら目録にするものと、その分野のすべての雑誌を対象とするが、その中の興味のある論文だけを選び出して目録にするものなどがある。精選された第1次情報源の雑誌の内容と、典型的な文献索引を載せた定期刊行物の表を迅速にコピー(ときには翻訳)するサービスは最近の論文を探すうえで役立っている。現在これらの多くはコンピュータを使って編集され、印刷されている。そのテープは一般文献調査用に貸出したり、定期的に予約購入できるようになっている。さらにこれを集めて装丁すれば、古い文献の調査などには便利である。

アブストラクト集 アブストラクトを載せた定期刊行物もまた文献速報の一種である。これは、(1)最近の第1次情報源の雑誌に掲載された重要な論文(普通は限られた主題分野の)と、(2)その分野における重要かつ新しいモノグラフ、報告書、特許公報、その他の第1次情報源の出版物などに対する簡単な概要を編集したものである。一般に概要は広い主題によって整理され、そのあとに著者索引がつくのが普通であるが、報告書の番号、共著者名、より詳細な主題の索引などを含めたものもある。ほとんどのアブストラクト集はそれぞれの分野で有名な、しかも入手可能なすべての雑誌について、できる限り広い範囲を対象としている。この種の刊行物は、それぞれに定められた一定の間隔で出版されるが、通常それらは累積的に掲載されることは少ない。その代りに1年ごとあるいは数年ごとに、著者、主題、特許、公式、報告書番号による詳しい索引が出版される。

アブストラクト集は主題ごとに集められた雑誌形式として印刷される場合以外に、カードや、線を引いたり穿孔(ぎ)したりしたカードシートのかたちで、定期的に出版される第1次情報源の雑誌の中にとじ込まれた一部分として出版されることもある。このような方法で出版されたアブストラクトは毎年組合わされて装丁されたり、また雑誌によってはその年ごとの総合索引が追加されたりする。アブストラクト集の多くは現在コンピュータを使って編集され、印刷されている。そのテープも普通の方法、あるいは予約によって入手することができる。長期間にわたるアブストラクトを載せた定期刊行物はマイクロフィルムのかたちで処理される。アブストラクト集は表題だけを集めた文献索引集に比べれば速報性に欠けるが、反面第1次文献内容をより広くカバーし、参照しているで、主題の情報をより多く提供しているといえる。熱心な研究者は長期間にわたるアブストラクトを整理保存しており、これにより広範囲で、より深い文献調査が可能となるばかりでなく、その分野の技術動向や科学の進歩を適確に知ることが可能となるのである。このようにアブストラクトは特別な主題の情報を入手するための手助けとなる索引としての役割と、問題とする分野の現在の技術状況を知るうえでの手助けとなる解説書としての役割をはたしている。

解説形式 この節ではさまざまな解説形式について検討する。

〔評論〕 評論とは同じ主題を扱って出版された資料などの第1次文献を総合的、主観的に論評したものである。よい評論とは、最新の文献を集め、整理し、相互に関連させたもので、これによりその分野の研究の将来進むべき方向を示すようなものである。有能な著者の書いた批判的あるいは批評的な評論は、ある特別な分野でなされた過去の業績を知るうえでも、またこれからの発展状況を見抜くうえでも重要な手助けとなるものである。評論には1年、3か月、あるいは1月ごとに発行される定期評論雑誌に発表されるもの、多少とも関連のある論

文を集めて1冊にしたもの、あるいは定期的に発行される第1次情報源の雑誌に含まれる論説である場合もある。

通常、評論につく参考文献リストは広範囲であり、多少限定はされるにしろ、ある期間にわたる文献を網羅(くわ)したかたちになる。評論の欠点としては、第1次文献を包括的、批評的に論評するために、必然的に時間的な遅れが生じることをあげることができる。実際問題としては、時間的余裕がないことや、文献探しの能力を十分に備えた専門家が少ないことなどの理由で、よい評論はそれほど容易には得られないのが現実である。ただし、評論が現在はもちろんのこと将来にわたっても科学技術文献の中で重要な役割をはたすであろうことは間違いなく、もし時間的遅れや人的問題が解決されたとすれば、これはおそらく科学技術全分野にとって利用価値の高い出版物の1つになるものと思われる。

〔論説〕 論説とは、ある問題に関する情報の、含蓄に富み、権威ある、体系的な、しかも十分に考証された説明あるいは概論である。これはその時代に知られている情報をすべて網羅したものであるので、論説はそれを書いた時代を反映するものである。論説は、ある問題に対して素質のある人がさらに進んで研究を行っていくための適切な基礎知識を得る手段として重要である。同時に、事実、経過、理論、その発展、相互関係、信ぴょう性などを与える重要なデータ源にもなるものである。論説は高度な教科書としての役割と、ハンドブックとしての特徴をあわせもっている。事実、ある多くの巻からなるドイツのハンドブックや、イギリスのある種の教科書などは論説の典型例といえるであろう。論説はともするとすぐに時代遅れになりやすく、これが論説の1つの欠点である。多数の部分からなる論説では、最後の部分が出版されるときには、最初の部分はすでにまったく古いものになってしまうこともある。さらにまた、論説自体が学問的なリストであるという性質から、時間的な遅れが生じることは避けられない。ただし、定期的に補遺を出したり、随時全体あるいはまとまった部分の新版を出すことなどにより、基本となる著書が新しさを欠くという欠点を克服することは可能である。また、出版の期日と対象範囲が明示されているならば、論説の有用性がすべてそこなわれるということはないであろう。

〔モノグラフ〕 モノグラフとは、要するにある特定の問題、あるいはある大きな部門のうちの1区分だけを扱った短い論説である。したがって新しい内容のものが出版しやすく、改訂版を出すことにより、ごく簡単に内容の更新も可能である。これは、ときには連続的な出版物の一部分として出版されることもある。もし明確にそれがなにか別のもの、例えば研究報告のモノグラフ、すでに述べた第1次文献の一種、あるいはあとに述べる教科書でなければ、特別な話題を扱ったほとんどあらゆる著書はモノグラフと呼んでさしつかえない。

参考書 参考書の典型として、百科事典、辞書、ハンドブック、データブックの4つがある。

〔百科事典〕 百科事典は知識の集積である。百科事典は概念を扱ったもので、通常それぞれの主題や、編集者によって重要と考えられるすべての学問あるいは学問分野の項目ごとにアルファベット順に整理されている。扱い方は紙面の許す範囲に応じて、記述的、説明的、統計的、歴史的、評論的なものなどいろいろな形式があるが、公平なもので、その時代において最も一般的な価値があると考えられている情報を要約したものである必要がある。図面、表、絵、写真などを数多く用い、ときには十分すぎるくらいに使用されている。情報源となる参考文献は掲載されないことも多く、したがってその権威は主として出版社や個々の項目の著者の名声に依存している。通常多くの巻数を必要とするような、大きな問題を論ずるには、それ相当の索引が必要であるが、1巻で十分なような小さな問題を論ずる場合にはなくてもよい。ただし主題がアルファベット順に整理されていない

場合には、索引は欠くことのできないものになる。

百科事典は、異なった領域の問題を調べたり、その研究のために重要な用語になじむために必要な、ある特定分野の基礎知識の要約や概念を明確にするように編集される。1巻だけからなる小規模の百科事典はこの目的には必ずしも十分とはいえず、それはむしろ拡大された辞書と考えた方がよい。

〔辞書〕 辞書とは言語の書物である。科学技術に関する辞書の目的は、ある問題とする分野における言葉の定義や、それが適用されている例などを示し、これらの専門用語をなるべく他の専門用語を使用しないで、できるだけわかりやすく定義することである。用語の語源や発音法もこれに含まれている。対象物の形や用途を示すために図面を入れて説明することもあり、さらに言葉の論じ方も単純な定義をこえて百科事典あるいはハンドブックが扱う範囲まで及ぶものもある。よい専門辞書には、必ず定義を与える言葉の一般的に認められているいい方やスペルが正確に記されており、ときにはその略語などもつけ加えられている。2か国語や多数の国語で書かれた辞書は、それが使用される対象分野と対応する用語だけを対比したものが多い。ただし最近の標準的な専門辞書では、主要用語に多国語の索引を加えてこの欠点を克服しているものが増えてきている。

〔ハンドブック〕 科学技術分野で使用されるハンドブック(あるいはマニュアル)は、ある対象分野における最新のデータ、処理、専門的な原理などを簡潔に述べた権威のある編集物である。その表現には、表、グラフ、図などが多くとり入れられている。記号、等式、公式、略語、簡潔な専門用語などを適当に使い分け、多くの実際的な情報を短縮、整理して1冊のハンドブックにまとめられる。この書物を有効に使用するためには、読者はすでにその分野においてかなり広い知識をもっていることが必要である。よいハンドブックであるためには、徹底した索引、最新の参考書、専門的な編集スタッフ、読みやすい印刷、便利な書式などがそろっていなければならない。用語ハンドブックは専門分野における最も手ちかな参考書である。用語マニュアルは、なにか実行する場合の手順を、順を追って具体的に示した指導書である。

〔データブック〕 すぐれた責任ある専門家によって編集され、実証され、評価され、出版され、常に最新の情報がとり入れられている標準的な参考データ(例えば物質の物理的・化学的性質)などを収集した文献は、現実に行動している科学者や技術者にとって極めて重要な参考資料である。標準的な参考データの精密な(すなわち厳密に評価された)データブックの編集が、各種数量データを収集し、評価し、出版するという、現在(そしてさらに将来)国際的計画を統一し、促進し、調整し、出版するために、1966年に科学連合国際会議(International Council of Scientific Unions ICSU)によって設立された科学技術データに関する国際委員会(International Committee on Data for Science and Technology CODATA)によって計画されている。米国商務省標準局の国家標準参考データ計画(National Standard Reference Data Program of the U. S. National Bureau of Standards)はアメリカ合衆国の分担である。

第3次情報源

これには教科書、ディレクトリ、文献案内書などが含まれる。

教科書 教科書とは情報そのものを伝えることよりは、むしろ学問分野を理解する力を養うように編集された教授用の標準的な書物である。教科書はその性格によって難度に差があり、対象とする読者の程度によって入門書から専門書にいたるあらゆる水準のものがある。最も初歩的な入門書では予備的な知識や経験をまったく必要としない。これらはすでに確立された理論(あるいは古典的な理論を用いる場合もあるが)や概念によって構成されており、学生がその内容を読み、学び、理解するにつれて、しだいに新しいより進んだ概念に発展するよ

うにつくられている。これに対して、最も程度の高い専門書では、あらゆる範囲の専攻論文や論文の概観、体系や発展、その主題の厳密な論じ方をも扱っている。

ディレクトリ ディレクトリは特別な階層または集団に属する個人、組織、製造業者、定期刊行物等の少なくとも名前と住所をアルファベット順に並べた名簿や目録などである。ディレクトリには対象分野、地理的位置、生産品、その他適当な項目による索引や補助的な目録を含むものがある。それは1巻あるいは多数の巻になって独立に出版されることもあるが、雑誌とか学会会報といった類の図書の一部、発行物、補遺として出されることもある。ときには改訂されたりするが、全然改訂されないこともある。

人名録は人についての簡単な情報だけを掲載した年刊の会員目録から、5年ないし10年ごとに出版される専門化した目録といった名士録型のものまでいろいろある。工業や商業の商品売買のための案内目録として毎年出版される商・工業目録には、生産地、生産者、仲買人、品質、保険率、輸送方法、商品名、商標などの一般にはあまり知られていないいろいろな情報が含まれている。市、州、国、世界の範囲にわたる工業目録には、製造業者、その役員、関連会社、プラント、取引人、投資、商品名、生産物などに関した多くのデータが含まれている。

学会、協会、研究施設、商業組合、教育機関、政府機関といった組織の目録には、通常、少なくともそれぞれの組織の高級役員、所在地、機能、設立された期日などが記されてある。扱う範囲も共同社会的な規模のものから世界的な規模のものまでさまざまである。定期刊行物の目録には、出版頻度、出版社、価格など、図書目録としての必要な情報が含まれている。索引範囲、広告の取扱い方、図書館での設備状況などを記したものもある。

文献案内書 文献案内書は、研究者やその他の利用者がある分野に関する文献を選び、それによって方向をみだしていくための手助けとなるようにつくられた手引書である。その目的は読者の要求を満たすに足る重要な情報源を紹介し、現在あるいは過去の文献探しを楽にするものにさせることである。これには図書館の蔵書状況やサービスに関する説明、関係分野における主要著作物の表題、あるいはその他いろいろなことが説明されている。いずれにせよ、すべての科学技術文献案内書に共通する本来の目的は、怠ることのない科学者や技術者に対して、必要とする分野の技術的文献を最大限に活用できるように準備することにある。

文献管理

文献の収集、整理、供給などは図書館あるいは科学者自身によって実行されている。

図書館の役割 図書館は長い間、文献の収集、貯蔵、保管、検索、利用のための手段などの実行機関となる組織であった。図書館の重要度は、主としてそれが提供する文献の必要性と、それが扱う文献の分野や範囲によって定められる。

例えば特別な分野を対象に限った研究図書館は、特定の問題についての研究文献だけを収集するが、図書館業務や文書管理技術を組合せて、できるだけ詳細な情報を扱うとともに全体的にも完全なかたちで収集、分類、目録作成、貯蔵、供給、などを実行している。

しかし科学技術文献は量が莫大であり、多国語にわたり、値段も高価である(ほかの分野の文献よりははまだましであるが)。そのうえ配布は十分でなく、分類も完全ではない。どんなに大きな研究図書館でも、比較的広い分野はもちろんのこと、比較的せまい特定の分野に範囲を限っても、出版されたすべての文献を備えることは不可能である。利用者の要求が十分に満たされるのはむしろまれであろう。

研究者、研究所、会社などにとって(たとえそれがいかに大きく、またいかに資金をもっている)、現に図

書館が科学技術文献に対処する能力に欠くところがあるという事実は重大問題である。この問題を解決する有望なところみとして、いろいろな機関がそれぞれ狭い範囲ではあるが、自己の守備範囲の文献だけは完全に管理し(したがって、より一般的な資料は大きな図書館に頼らざるを得ない)、その代り、各情報センターの間の連絡網を完備するシステムが考えられている。このシステムでは特別な情報を必要とする利用者は、いろいろな手段によって適当な情報センターに照会する。

その他、いろいろな問題が各国で検討されている。マイクロフィルムによる出版、再生記録法、コンピュータを利用した索引や印刷、フィルム、テープ、電子装置を使った完全で自動化された情報システムなどの技術がい

ろいろな分野で利用されるようになってきた。

文献管理手法の進歩 科学技術はそれ自体の文献の処理技術を進捗する必要にせまられている。その方法については米国科学財団(National Science Foundation)から2か月ごとに出版される'Scientific Information Notes', 年に2回出版される'Current Research and Development in Scientific Documentation', 米国情報科学学会(American Society for Information Science ASIS)の後援で出版されている'Annual Review of Information Science and Technology', 特別図書館連合(Special Libraries Association), 米国化学会(American Chemical Society)の化学文献部門の共同後援による'Documentation Abstracts', これらの組織によって出版されている雑誌, さらに他国の同様の組織によって出版される雑誌などに定期的に報告されている。

文献調査の参考 以下のリストは専門的な文献調査に役立つ参考文献例である。

A. 文献案内書

- J. R. Blanchard and Harold Ostwald, *Literature of Agricultural Research*, 1958
- R. T. Bottle and H. V. Wyatt, *The Use of Biological Literature*, 1966
- Medical Library Association, *Handbook of Medical Library Practice*, 2d ed., 1956
- M. G. Mellon, *Chemical Publications: Their Nature and Use*, 4th ed., 1965
- N. G. Parke, *Guide to the Literature of Mathematics and Physics Including Related Works on Engineering Science*, 2d ed., 1958
- Gertrude Schutze, *Bibliography of Guides to the S-T-M Literature: Scientific, Technical, Medical*, 1958; supplement, 1963; 2d supplement, 1967
- A. J. Walford (ed.), *Guide to Reference Materials*, 2d ed., vol. 1: *Science and Technology*, 1966

B. 文献索引集

- Applied Science and Technology Index*, H. W. Wilson, 1958- (Supersedes in part *Industrial Arts Index*, 1913-1957)
- Bibliography of Agriculture*, Government Printing Office (GPO), 1942- (Compiled at the National Agricultural Library)
- Index Medicus*, GPO, 1880- (Compiled at the National Library of Medicine)
- Translations Register-Index*, SLA Translations Center, 1967- (Supersedes OTS's *Technical Translations*, 1959-1967, and SLA's *Translation Monthly*, 1955-1958)

C. アブストラクト集

- Biological Abstracts*, Biosciences Information Services of Biological Abstracts, 1926-
- Chemical Abstracts*, American Chemical Society, 1907-
- Engineering Index*, Engineering Index, Inc., 1884-
- Guide to the World's Abstracting and Indexing Services in Science and Technology*, National Federation of Science Abstracting and Indexing Services, 1963 (Lists

1855 services)

Nuclear Science Abstracts, GPO, 1947-

Official Gazette-Patent Abstracts Section, GPO, 1968-

U. S. Government Research and Development Reports, Clearinghouse, GPO, 1965- (Supersedes *U. S. Government Research Reports*, 1954-1964, and *Bibliography of Technical Reports*[title varies], 1946-1954)

D. ディレクトリ

Directories of Science Information, Sources: International Bibliography, International Federation for Documentation(FID), 2d ed., 1967 (Lists 360 in 58 countries)

Maureen J. Fowler, *Guides to Scientific Periodicals: Annotated Bibliography*, 1966 (Over 1,000 entries)

National Technical Information Services Worldwide Directory, FID, 2d ed., 1966 (Lists 115)

Scientific Information Activities of Federal Agencies, National Science Foundation, GPO, 1958-

Scientific Meetings, SLA, 1957- (Covers United States)

Ulrich's International Periodicals Directory, vol. 1: *Scientific, Technical and Medical*, 12th ed., 1967 (Over 12,000 titles, classified)

U. S. Library of Congress, *A Directory of Information Resources in the United States: Physical Sciences, Biological Sciences, Engineering*, GPO, 1967 (Lists 1,100 organizations and institutions)

U. S. Library of Congress, *International Scientific Organizations* (A guide to their library, documentation, and information services), GPO, 1962 (Includes 449 organizations)

U. S. Library of Congress, *World List of Future International Meetings*, pt. I. *Science, Technology, Agriculture, Medicine*, 1959-

World List of Scientific Periodicals Published in the Years 1900-1960, 4th ed., 1963

[参考文献] *Amer. Doc.*, pp. 188-194, July, 1963; *International Conference on Scientific Information*, 1959; *J. Chem. Doc.*, pp. 2-9, 20-23, February, 1967; *J. Doc.*, pp. 110-130, June, 1967; *Libr. Trends*, pp. 793-908, April, 1967; *Wilson Libr. Bull.*, pp. 706-732, April, 1966.

[GEORGE S. BONN]

化学結合 かがくけつごう

[**Chemical binding**] 化学における基本的なことは、酸素、水素、炭素や鉄などの元素が結合して水、メタン、酸化鉄のようなものと成分と全く異なった性質をもつ化合物をつくることである。このことを原子論的に述べると、元素の原子が分子をつくるように互にくっつき合うということである。原子がもっているこの性質、すなわち分子を形成すべく互に結合し合うことは化学結合として知られている。

原子には電荷が存在する。すなわち小さな正に帯電した原子核は動いている負電荷の電子雲により囲まれており、すべての化学結合はこれらの電荷の相互引力または斥力により引き起される。物理現象における他の型の力、すなわち重力、磁力あるいは核力は直接には無視できるほどの効果しか与えない。電気力はクーロンの法則により支配されており、原子の中の電子の運動と分布は量子力学の法則に支配されている。→クーロンの法則

化学結合はたいへん強く、化合物分子の1つの結合をこわすには、一般に分子量当り数十kcalのエネルギーが必要である。人類により使われるほとんどのエネルギーは、食物や燃料の化学結合を変えることにより引出される化学エネルギーである。

便宜上化学結合をいくつかの型に分類するが、現実には、すべてこれらの理想的な極限のタイプが混合したものと存在する。また、これらの型のすべては純粋に

電気的なものである。

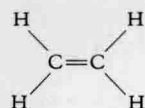
イオン結合 これは化学結合の最も単純な型で、1つまたはいくつかの電子が1つの原子からもう1つの原子へ完全に移ってしまい、中性原子が電荷をもったイオンになる。これらのイオンは近似的に球形で、互いが反対の電荷をもつために引き付け合う。それらのイオンは、それぞれの電子雲がじゅうぶん浸透し合うようになると斥力が働き、引力と斥力とがちょうど平衡に保たれるようになるまで寄り集る。分子は2つまたはそれ以上のこのようなイオンにより構成される。多くの無機結晶はイオンからつくられる巨大分子と考えられる。普通の塩すなわち、例えば塩化ナトリウムは、 Na^+ イオン(正電荷のナトリウム)とそれを囲む6個の Cl^- イオン(負電荷の塩素)で作られる格子によりできている。→イオン結晶

純粋にイオンの化合物や結晶では、イオンは全体のエネルギーが最も低くなるような幾何学的配置に詰められる。異符号の電荷は引き付け合い、同符号の電荷は反発し合うので、普通には陽イオンが陰イオンの次に来てまたその次に陰イオンがつながる。イオンの半径は元素によって異なりまた電荷によっても異なる。陰イオン(アニオン)は一般に陽イオンよりも大きい。陽イオン(カチオン)を囲んでいる陰イオンの数は主にこの2種類のイオンの半径の比によって決る。小さなカチオン(陽イオン)はより大きな陽イオンと異なり、多くの陰イオンに囲まれることはない。

陰イオンを囲む陽イオンの数は、主に正負の電荷の局所的な平衡を保つということによって決る。また、イオンは、あたかもその引力や斥力に特別な方向性がないかのように働く。イオンの電荷の数は元素の電価と呼ばれる。例えばナトリウムは、そのイオン化合物においては1つの正電荷をもっており、+1の電価をもっているということになる。また、ほとんどの無機化合物中の塩素は1つの負の電荷をもっていて、電価は-1である。いくつかの異なった電価のイオンをつくる元素も多く、鉄の場合普通は2価の鉄イオン Fe^{2+} または3価の鉄イオン Fe^{3+} であって、電価は+2または+3と表される。完全に満たされた電子殻は特に安定であるので、多くの元素にとって完全殻になるようなイオン状態が最も安定な状態である。

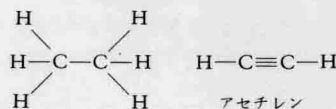
共有結合 これは化学結合のもう1つの極限の型である。この型では結合している1対の原子のそれぞれが1つの電子を出して1個の電子対をつくり、それが2つの原子の間に電荷密度を高めるように動きまわる。この2つの原子間にある負電荷が2つの正の原子核を引き付ける。この型の結合は、その本質的な特徴が2つの原子の間の領域に存在する確率の高い電子対の形成という点にあるため電子対結合とも呼ばれる。これらの2つの電子はそれぞれ互に反対向きのスピンをもっている。言替えると、これらの電子は対(?)なのである。もしもこのように対にならないとすれば、2つの電子は低い運動エネルギーをもち得ない(このことは分子の安定性からいって重要なことである)し、また2つの原子の間に長い時間とどまるわけにもいかない。この対であることの要請は量子力学の基礎的な原理、特に「パウリの排他原理」からくるものである。→排他原理

原子のもっている共有結合の手数は共有原子価と呼ばれ原子の微細な電子配置によって決められる。原子価という言葉の歴史的な意味はしだいに変化してきて、現在では一般に電価とか原子の共有原子価を意味する。最も重要な場合として炭素がある。ほとんどの炭素化合物において炭素は4本の共有結合の手をもっている。これらの手が他の4つの原子とつながるとき他の原子との結合の方向は普通は互に 109° の角度をなす。もしそうでなければ、くっついた原子が込合ったり過度に押合うことになる。言替えると共有結合は指向性をもっている。しかし、炭素が4本の結合の手をもっているという考え方を保つためには、二重結合、三重結合の概念を導入することが必要である。エチレン C_2H_4 の構造式



エチレン

において、すべての線は共有結合を示し、炭素原子同士を結んでいる二重線は二重結合を示す。この考えは物理的にも意味がある。実際、二重結合は明らかに間隔が短く、ほとんど2倍ほど強く、この結合を完全にこわすためには単結合(一重結合)をこわすよりも余分なエネルギーが必要である。しかしそこをこわすには単結合の2倍のエネルギーが必要であるわけではない。したがって分子を作るとき、二重結合の1つを開いて2つの原子をくっつけること、すなわち例えば、 C_2H_4 に H_2 を加えてエタンにするようなことの方がエネルギー的には有利である。同様にアセチレンの場合には三重結合で書かれるが、そのときの原子間距離は二重結合よりも短い。

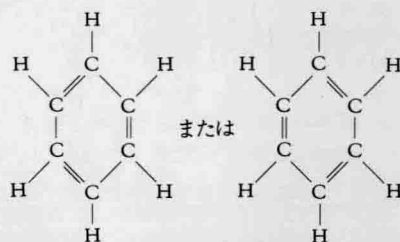


エタン

アセチレン

炭素-炭素の単結合は約 $1.54 \times 10^{-8} \text{ cm}$ の長さであるが三重結合の場合には約 $1.21 \times 10^{-8} \text{ cm}$ である。

多くの化合物で結合式の書き方は一義的ではない。例えばベンゼン C_6H_6 では次の2つの形に書くことができる。



ベンゼン

実際には、これらのすべての炭素-炭素結合は等価であることがわかっているの、どちらの式も正しくない。量子力学的な立場からみると、正しい描像はこの2つを合せたようなものである。この結合は単結合と二重結合の中間の性質を多くもっているが分子全体としてはより安定になっている。この現象は共鳴と呼ばれているが、これは構造が2つ以上の異なった結合式をもち同じ幾何学的配置で書かれるようなときにはいつでも起こるものである。→共鳴(分子構造); 電子配置

共有結合とイオン結合の両方をもっている物質もたくさんある。塩化アンモニウム NH_4Cl の結晶では、水素は窒素と電子対で結ばれているが NH_4^+ 群は陽イオンになっており、塩素は陰イオンになっている。水溶液ではイオン結晶は別々のイオンに分解する。

共有結合の2つの電子が原子の片一方だけからくることがある。このような結合は配位結合または供与結合と呼ばれ、またあるいは半極性二重結合とも呼ばれイオン結合と共有結合の組合せの1つの例である。実際どんな場合にも電子対は対称的に位置しなければならないわけではなく、したがってイオン結合的な性質と共有結合的な性質はどんな度合でも混じりうる。

水素結合は水素原子が1対の他の原子と連結するという特別な型の結合である。つながる原子は一般には酸素、フッ素、塩素、あるいは窒素である。これらの4つの元素は電気的に陰性が非常に強く、事実この種の結合は部分的にはイオンのであると解釈する方が都合よい。→水素結合

金属結合 これは3番めの型の化学結合であって、普通の金属に実例をあげることができる。この結合を説明するにはいくつかの方法があるが、結晶は電子の海の中