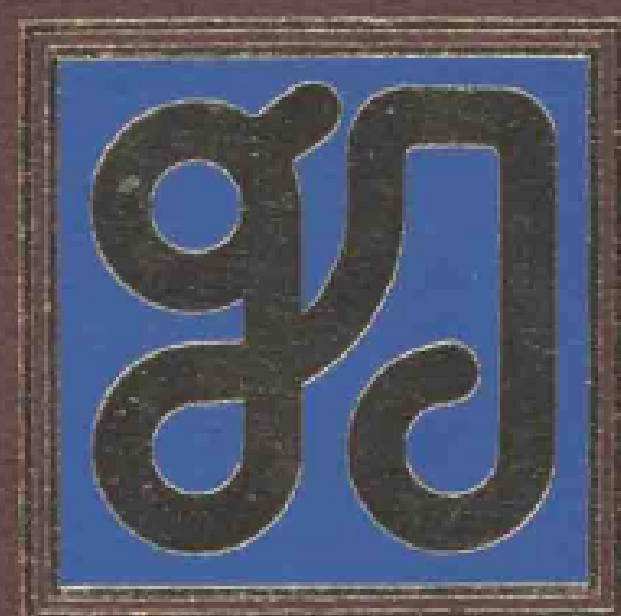

GENRE JAPONICA

万有百科大事典

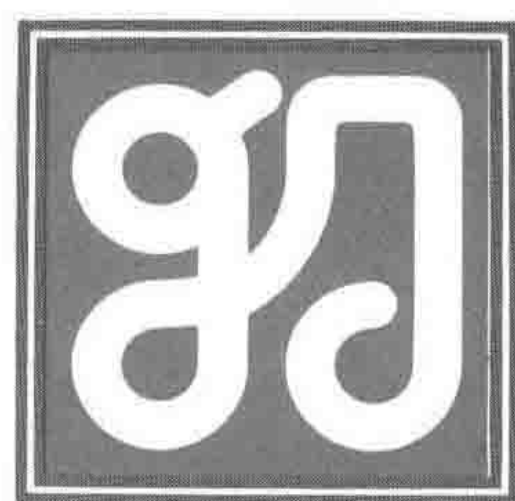


化学

SHOGAKUKAN

ENCYCLOPEDIA
GENRE
JAPONICA

万有百科大事典



15

化学

SHOGAKUKAN



万有百科大事典 15 化学

©小学館 1974

昭和49年10月20日 初版第1刷発行
昭和57年4月20日 初版第19刷発行

編集著作 相 賀 徹 夫
出版者

発行所 株式会社 小学館

郵便番号 101
東京都千代田区一ツ橋2ノ3ノ1
編集・東京03-230-5620
電話 製作・東京03-230-5333
販売・東京03-230-5739
振替 東京 8-200番

印刷者 凸版印刷株式会社
鈴木和夫

持抄 王子製紙株式会社
コート紙

持抄 三菱製紙株式会社
アート紙

持抄 ダイニック株式会社
クロス

表紙用 日本マイクロコーティング株式会社
特製色箔

製 本 凸版印刷株式会社

★盗本には十分注意しておりますが、万一、落丁・乱丁などの不良品がありましたら、おとりかえいたします
★本書の内容の一部または全部を、無断で複写複製（コピー）することは、法律で認められた場合を除き、著作者および出版者の権利の侵害となりますので、その場合はあらかじめ小社あて許諾を求めてください

Printed in Japan

序

化学という分野は、きわめて古い歴史をもっているといえるが、また非常に新しい学問であるともいえる。水銀を使った金めっきにしても、たたら製鉄による砂鉄からの鉄の製法にしても、古代人の立派な化学的認識から出たものであるし、古代遺跡から見いだされる種々の物質を調べてみれば、古代人の化学的知識が、あるいは意外と思えるほどにすぐれたものであることがわかる。その意味ではきわめて古くからの知識の上にたてられている学問であるといえよう。しかし、その後そのような積み重ねが体系化されることなく、いたずらに不老長寿や錬金術のようなゆがめられた形でしか発展させられなかった長い時代が続く。そしてそれが近代的な意味での学問としてあらためて出発したのは、17世紀から18世紀にかけてであり、物質を構成する本質的要素の原子や分子が正しく認識されはじめてからのことである。その意味ではここ200年ないし300年の間に発達した若い学問である。

しかしこの間の化学の発展は急激なものがあり、自然科学の中でも特に目を見はるばかりの変貌をしめしたものであり、また現にしめしつつある分野である。そしてその発展とともに現代人の生活の中に深く浸透し、好むと好まざるとにかかわらず、人間は化学的知識の恩恵をこうむり、またその悪用による被害をうけているのである。化学が現在のような発展をとげたのは、物質という人間生活に関係の深いものの本性を追究する学問だからでもあろう。人間にとって物質はまことに興味ある対象なのである。当然なことではあるが、これからもさらに急速な発展をしめすことが予想され、現代人にとって化学的知識がますます必要になってくることは目に見えている。

このようなとき、われわれ化学者が、社会人に現代化学の本質を解説し、あるいはこれから化学を学ぼうとしている中学生や高校生、さらには大学生諸君のための手引書ともなるべきものをつくるということは、当然のつとめであるといえよう。その意味でわれわれはここにその機会の得られたことを感謝し、われわれの総力をあげてその責を果すことを考えた。そしてそのためには、まず現在第一線で研究をすすめている化学者の協力を得なければならないと考え、多くの中堅の研究者のご協力をお願いすることにした。すなわちこの巻で執筆されている方々は、まず第一に研究者である人たちである。本書が必ずや、現代化学の雰囲気をよく伝えてくれるものであり、さらには現代人のための化学のよき道案内として座右の書となるものであることをわれわれは念願してやまない。

植村 琢
崎川 範行
桜田 一郎
水島 三一郎

凡 例

編 集 方 針

- (1)本巻は、化学の基礎的な知識を体系的に解説し、また日常生活で化学につながる事象を広義に捉え、化学だけの領域にとどまらず、ひろく科学一般の諸分野との関連に十分配慮して項目を選定し、検索に便利な五十音順に配列して編集した。
- (2)本巻の項目選定、行数配分、および内容記述の方法は、
①化学事典としての独自性を保持する十分な条件を満たすとともに、②『万有百科大事典』(全21巻)の各巻との内容調整と平衡の上に成立っている。とくに科学関係の各巻〈「医学」(第14巻)、「物理・数学」(第16巻)、「科学技術」(第17巻)、「宇宙・地球」(第18巻)〉との関連については、項目末尾に⇒印を付し、万有百科の総合的な項目の関連を明示している。
- (3)本巻の項目構造については、中小項目を中心にしながらも、とくに重要事項については大項目とし、基礎的な内容解説に十分留意し、関連事項との総合的な理解がいっそう深められるよう独自の内容を備え、化学の学習および一般教養のための事典として役立つよう配慮した。
- (4)項目の採択にあたっては、主として高校の化学、化学工業などの教科書の内容を基本的な範囲にしながらも、新聞、雑誌、化学関係の参考書、専門事典などの化学用語をも調査し、その意味を十分に吟味し、それぞれの相関関係を検討した上で決定した。
- (5)項目の解説にあたっては、簡潔・明快な文章に留意し、適宜小見出しをたて内容を検索しやすくするための配慮をした。たとえば、元素、物質名の場合、〔存在〕〔製法〕〔性質〕〔用途〕〔化合物〕……などの小見出しをたてた。他の一般項目についても内容に応じ適当な小見出しをたてるようにした。
- (6)大項目については、簡単な目次を付け、内容が展望できるようにした。
また、大項目は見やすい位置から読み始められるように配置した。そのため項目の五十音順配列を入れかえた場合もあるが、その際には、その項目の始まるページ・ノンブルを正しい音順の位置に指示した。
- (7)本文には、必要に応じ図表、写真を挿入した。また〈用語〉〈コラム〉などの囲み記事欄を設け、内容の多彩な展開に努めた。
- (8)主要な項目の解説末尾に参考文献を記した。さらに、それぞれの分野でいっそう理解を深めるための参考図書として、巻末に簡単な解説を付し書名を列挙したので利用

されたい(「参考書」)。

- (9)このほか巻末付録には、「単位記号、量記号、略記号、ギリシア文字」「化合物命名法」「索引」を付けた。

項目の示し方

- (1)見出し項目名は、漢字を使用し、その次に読み方をひらがなで示した。ただし、ひらがな、カタカナ書きが正式あるいは、慣用となっているものはそれに従った。
- (2)項目名には、原則として、英語、フランス語、ドイツ語の3か国語を(英)(仏)(独)として示した。

(例) 亜鉛 あえん [(英)zinc (仏)zinc (独)Zink]

アセチレン [(英)acetylene (仏)acétylène (独)Acetylen]

ただし、3か国語に同義の用語がない場合には、1～2か国語だけにした。外来語の場合は、その国語のみを記した。ただし、固有名詞および英語のみの場合は国名を付さない。

- (3)人名については、日本人および中国人の場合は漢字で姓名を記し、その次に読み方を入れ生没年を西暦で示した。西洋人名はカタカナで姓だけを掲げ、その次に原語でフル・ネームを記し、また生没年を西暦で記した。

ロシア人については、ロシア文字による表記も併せて記した。

(例) 鈴木梅太郎 すずきうめたろう (1874—1943)

ラボアジエ [Antoine Laurent Lavoisier] (1743—94)

メンデレーエフ [Дмитрий Иванович Менделеев / Dmitrii Ivanovich Mendeleev] (1834—1907)

- (4)読み方は現代かなづかいを用いた。

(a)かなの使い方は、だいたい発音どおりにし、「ゐ」は「い」、「ゑ」は「え」、「を」は「お」と表記した。ただし助詞の「を」(わ行)および「は」「へ」(は行)はもとのままにした。

(b)「大」「多」など旧かなづかいで「オホ」と表記したものは「オオ」とした。

(例) 大島高任 おおしまたかとう

(c)「ぢ」「づ」は原則として使わずに、「じ」「ず」で表した。

(例) 蒸留 じょうりゅう

項目の並べ方

- (1)項目は現代かなづかいの表記により、五十音順に配列してある。促音(っ)、拗音(ゃ・ゅ・ょ)も音順にかぞ

え、濁音、半濁音は清音のあとに並べた。カタカナで表記した外国語の長音記号「ー」は五十音順から除いた。

(例) アルコール (音順は「アルコル」)

(2)同音の語は次の順序によった。

(a)カタカナ、ひらがな、漢字(画数順)

(b)同音の人名は生年の早い順

解説の方法

(1)現代日本語の標準的文章で平易に表現し、多くの人に理解できるように努めた。

(2)原則として「学術用語集」(化学編)を解説の基本用語とした。また化合物名は、IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, 国際純正・応用化学連合)命名法によるが、適宜慣用名も用いた(命名法については、巻末の「化合物命名法」を参照のこと)。

(3)文体は、漢字まじりのひらがな口語文とし、かなづかいは、原典の引用や歴史的用語、固有名詞などを除き、すべて現代かなづかいとした。送りがなは、誤読のないように配慮した。

(4)漢字は原則として、当用漢字とその音訓表に許された範囲内にとどめた。ただし、固有名詞、歴史的用語、および慣用語などでひらがな書きでは理解しにくいものは、当用漢字以外も用い、場合により読みがな(ルビ)をつけた。なお、「硫黄」は、昭和48年6月の「当用漢字音訓表」(付表)で使用を許されたが、本巻ではカタカナを用い「イオウ」とした。

(5)解説文には要点を明快にするため、必要に応じて小見出しを入れた。見出し順位は以下のとおりである。

〔 〕 ● < > (1)(2)(3)… ①②③…

(6)解説文中の西洋人名、および著書、論文、文献などには、極力原名の綴りを入れた。また、項目として採録していない人名についてはできるだけ生没年を入れた。

(7)年代は西暦により、必要に応じて日本の年号を付記した。

(8)数字は算用数字を使用し、とくに万、億、兆……の位は漢字で表した。ただし、成語化したものについては十、百、千などを使用した。

(9)単位記号は、原則としてSI単位系を用い、化学用語も適宜略記号を用いるようにした。

例 *o-* (オルト *ortho*)、*m-* (メタ *meta-*)、*p-* (パラ *para*) (巻末の「単位記号、量記号、略記号、ギリシア文字」を参照)

(10)外国語の合成語は、単語の間を「-」で、人名は名と姓の間を黒丸「・」でつないだ。ただし、外国人名で、接

合して姓をつくるものは「=」で表した。

(例) ディールス-アルダー反応

ファン・デル・ワールス

ゲイ=リュサック

(11)欧文の書名、雑誌名、および西洋人名における称号は原綴りで斜体にした。

外国語の表記

外国語および外来語、外国の地名、人名は国語審議会報告、文部省編の刊行物、また各種の専門事典などを参考にして、原則的には現地読みに近い表記で表した。ただし新聞などで広く親しまれている表記は、なるべく慣用に従った。

なお、表記に何通りかの慣用のある場合は、必要に応じて送り項目を立てて便宜をはかった。

(1)[V]音の表記は「ヴァ、ヴィ、ヴ、ヴェ、ヴォ」を使わず「バ、ビ、ブ、ベ、ボ」とした。ただし、ドイツ語の[W]は、原則として「ワ、ウィ、ウェ、ウォ」とした。

(2)長音は長音符号「ー」で表し、母音を重ねたり、「ウ」は使用しない。なお長音における二重母音の[ei][ou]などは、だいたい長音とみなした。

学術用語では、単語語尾の-ar, -er, -orに長音符号をつける部門とそうでない部門があり、本巻では慣用に従い符号をつけることにした。ただし、「コンピュータ」「トランジスタ」は符号をつけない。

(3)[ti][di]は原則として「ティ」「ディ」としたが、慣用に従って「チ」「ジ」としたものもある。

符号・記号

文中におけるおもな記号、符号は次のとおりである。

⇨ 該当する項目への送りを示す

→ 関連項目を示す

⇒ 写真、図版の所在ページ、または項目名を示す

⇒ 他の巻との内容上の関連を示す

* 解説文中の熟語の右肩につけ、併読がのぞましい項目を示す

〔 〕 ● 解説文の小見出し

『 』 書名、雑誌名などを示す

「 」 引用文または語句、とくに注意をうながす語句。章名、編名、論文名など

< > 執筆者名(解説末尾)

□ 参考図書(〃)

■本文執筆

會田軍太夫	東京電機大学	崎川 範行	東京工業大学	中 森 茂	味の素
浅野 貢一		桜田 一郎	同志社大学	滑川 俊雄	味の素
蟻川 芳子	日本女子大学	佐藤 菊正	横浜国立大学	成沢 芳雄	立教大学
石渡 良志	東京都立大学	塩谷伍三郎	味の素	南部 直樹	星薬科大学
井原 聰	東海大学	重森弘 淹	写真評論家	根本曾代子	日本薬史学会
今泉 雅夫	日本石油	島村福太郎	東京学芸大学	野口 達彌	東京工業大学
井本 稔	関西大学	下 沢 隆	埼玉大学	浜田 喜樹	名城大学
岩鶴 素治	北里大学	須網 哲夫	慶応義塾大学	原 昭 二	東京薬科大学
岩本 振武	東京大学	杉浦 健介	日本石油	半谷 高久	東京都立大学
上田 侃男	味の素	須崎 茂男	味の素	平川 誠一	東京大学
植村 琢	東京工業大学	高田 健夫	立教大学	平田 熙	東京大学
内沼 一雄	日本石油	高橋 尚	宝仙学園	○広田 穰	横浜国立大学
大木 道則	東京大学	高山 進	東京工業大学	藤田 千枝	
太田 博之	味の素	○竹村 安弘	広島大学	藤村 淳	横浜国立大学
大鳥蘭三郎	慶応義塾大学	只野 金一	慶応義塾大学	本多 健一	東京大学
○大沼 正則	東京経済大学	田中 信寿	東京理科大学	前田 侯子	お茶の水女子大学
大橋 守	電気通信大学	田中 甫	宇都宮大学	三島 良績	東京大学
小川誠一郎	慶応義塾大学	田中 実	和光大学	三宅 泰雄	日本学術会議
奥田 典夫	国立公害研究所	田辺振太郎		宮下 晋吉	東京工業大学
奥野 久輝	立教大学	玉虫 文一	武蔵大学	務台 潔	東京大学
奥村 信二	味の素	塚原 徳道	烏山工業高等学校	村上 枝彦	愛知教育大学
垣内 弘	横浜国立大学	土本 皓二	三菱石油	本山 泉	東京都立大学
柏木 肇	名古屋大学	都築洋次郎	東京理科大学	守和 子	労働省労働衛生研究所
加藤 邦興	東京工業大学	寺山 宏	東京大学	守永 健一	埼玉大学
加藤 順	通産省工業技術院	道家 達将	東京工業大学	柳田 友道	東京大学
河田 達也	東京瓦斯	徳平 淳	東京大学	山岡 望	武蔵野女子短期大学
河東 準	横浜国立大学	徳丸 克己	東京大学	○山崎 俊雄	東京工業大学
北川 稔	東京瓦斯	戸田源治郎	立教大学	山下 晋三	京都工芸繊維大学
工藤 修治	石油開発公団	鳥居 泰男	横浜国立大学	湯川 泰秀	大阪大学
倉田 佳忠	月島機械	永井 恒司	星薬科大学	若林 真	味の素
小池 芳雄	神奈川大学	長崎 誠三	アグネ技術センター	渡辺 健一	東京都立大学
小島 貞男	日本水道コンサルタント	○中原 勝儼	立教大学	渡辺 益造	中部電力

○印は立項委員

■写真撮影・提供 編集協力

旭化成工業
旭硝子
味の素
浮島石油化学
男全精一
花王石鹼
化学工業社
北里研究所
共同通信社
共立出版
佐久間藤太郎
笹倉機械製作所
三楽オーシャン
島津製作所
高砂香料工業
多賀淳一
帝人
東京瓦斯
日本ウェザリングテストセンター
日本化学会
日本化学繊維協会
日本硝子
日本石油
日本石油精製
日本曹達
日本銅センター
日本薬学会
農林水産航空協会
服部時計店
日ノ本合成樹脂製作所
保谷硝子
Freelance Photographer's Guild

みすず書房
三井金属鉱業
明治製菓
山下電気
山之内製薬
ワールド・フォト・サービス (W.P.S.)

■実験指導

有川 寛

■図版製作

創
創芸社
日本工房
野村敏雄
山崎繁成

■装丁

栗津 潔

■レイアウト

富田百秋
渡辺栄利
芝田紘八朗

(配列は五十音順，敬称略)

■五十音 目次

ア …… 1	イ ……46	ウ ……62	エ ……70	オ ……93
カ ……99	キ … 169	ク … 191	ケ … 206	コ … 230
サ … 277	シ … 293	ス … 344	セ … 359	ソ … 397
タ … 399	チ … 418	ツ … 424	テ … 425	ト … 443
ナ … 472	ニ … 477	ヌ … 485	ネ … 486	ノ … 490
ハ … 494	ヒ … 509	フ … 524	ヘ … 571	ホ … 580
マ … 601	ミ … 606	ム … 615	メ … 616	モ … 621
ヤ … 622	イ	ユ … 623	エ	ヨ … 634
ラ … 639	リ … 644	ル … 658	レ … 661	ロ … 667
ワ … 671	ヰ	ウ	エ	ヲ

■付録1	単位記号，量記号，略記号，ギリシア文字……	673
〃 2	化合物命名法……	675
〃 3	参考書……	681
■索引	……	683

■別刷図版

周期表……	321	石油……	373
-------	-----	------	-----

■主要項目目次

アミノ酸……	17	酸・塩基……	285
アルコール……	33	周期律……	312
イオン……	48	醸造……	330
異性体……	53	蒸留……	334
海水淡水化……	99	食塩……	337
化学……	106	石炭……	359
化学結合……	113	石油……	366
化学工業……	120	洗剤……	390
化学実験……	123	染料……	393
核酸……	131	タンパク質……	415
火薬……	145	天然ガス……	439
ガラス……	149	糖……	443
顔料……	166	陶磁器……	450
金属……	187	都市ガス……	456
結晶……	212	塗料……	465
原子……	218	ビタミン……	513
元素……	226	肥料……	518
合成繊維……	237	プラスチック……	548
抗生物質……	247	分子……	564
酵素……	249	ホルモン……	598
香料……	254	水……	606
ゴム……	262	錬金術……	666



亜鉛の精製 電解工場からの精製亜鉛を鋳造し、インゴットとする

写真：三井金属

〔存在〕亜鉛は比較的なじみのある金属であるが、クラーク数 4×10^{-3} (第31位) で、チタン、ストロンチウム、ジルコニウムなどの希有金属より存在量は少なく、単体としては存在しない。ただし、地殻中に広く分布する。

鉱石としては接触交代鉱床や鉱脈中に閃亜鉛鉱 ZnS が方鉛鉱と共生し、これらの酸化帯では菱亜鉛鉱 ZnCO_3 と異極鉱 $\text{Zn}_4[(\text{OH})_2\text{Si}_2\text{O}_7] \cdot \text{H}_2\text{O}$ とが共生する。ほかに紅亜鉛鉱 ZnO がまれに産する。

〔製法〕亜鉛の原鉱は主として閃亜鉛鉱であるが、これは鉛のほか鉄を不純物として混入するので、粉碎して浮遊選鉱法により亜鉛含有率を高めて精鉱とし、これを酸化焙焼して焼鉱とする。



焼鉱から金属亜鉛を得るには、品位の高い鉱石に対しては乾式法が用いられ、湿式法は品位の低い鉱石にも適用される。また、副生する二酸化イオウは硫酸製造に用いられる。乾式法は還元蒸留法であるが、亜鉛はその揮発温度が酸化物の還元温度より低く、また、酸化されやすい金属なので、ほかの一般金属とは異なった製法を必要とする。

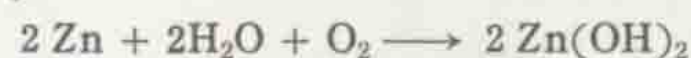
現在用いられている工業的製法としては(1)水平レトルト式、(2)堅型レトルト式、(3)電熱式などがあるが、いずれも還元剤としては主として炭素を用いる。(1)では連続操作ができないが、(2)ではできるのが特徴である。このようにして得られた粗亜鉛はスベーターといわれ、純度は約98.5%で、さらに分別蒸留すると99.99%程度となる。乾式法で得られる亜鉛を蒸留亜鉛という。

●電解精錬 湿式法としては電解精錬がある。亜鉛の標準電極電位は0.763Vであるから、酸性溶液からは水素を発生して亜鉛の析出はおこらないはずであるが、亜鉛表面における水素過電圧が大きいので、純粋な溶液で平滑な陰極を用い、かつ亜鉛濃度と電流密度がある程度以上ならば、亜鉛を析出させることができる。焼鉱を電解廃液の硫酸溶液で処理して亜鉛を抽出し、精製して純粋な硫酸亜鉛溶液とし、陽極に不溶性の鉛板(銀1%を含む)、陰極にはアルミニウムまたは亜鉛板を用いて電解し、陰極上に亜鉛を析出させる。この方法で99.99~99.998%の純粋な亜鉛が得られ、これを型亜鉛としたものを電気亜鉛という。焼鉱から亜鉛を抽出した硫酸溶液は、鉄、銅、カドミウムなどを不純物として含むので、過剰の焼鉱を加えて溶液を中性とし、鉄は(必要ならば酸化して)水酸化鉄(Ⅲ)として沈殿させ、ろ過後亜鉛

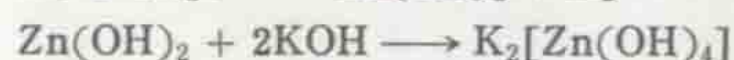
末を加えて、イオン化傾向の差を利用して銅およびカドミウムを除く。

電解条件は、硫酸濃度および電流密度によって異なり、低酸低電密法、中酸中電密法、高酸高電密法がある。現在、中間の方法が多く採用されている。

〔性質〕銀白色の光沢ある電氣的に陽性な金属。重金属(比重6以上)の中ではひじょうに低い融点と沸点をもつ。周期表同周期の銅と比べ、ひじょうに融解しやすく、揮発しやすい。結晶はマグネシウム(六方最密パッキング)と似ているが、上下に少し伸びてひずんだ六方最密パッキング構造をもつ。このため、常温ではややもろくて加工しにくい、100~150℃で延性、展性がいちじるしく増大し、薄板や線に加工することが容易となる。200℃以上では再びもろくなる。硬度2.5。乾いた空気中では安定であるが、湿った空気中あるいは空気共存下で水と徐々に反応して水酸化物となる。



このとき二酸化炭素が存在すると、表面に塩基性炭酸塩の被膜を生じ、内部を保護する。単に水だけでは表面に不溶性水酸化物の被膜をつくってそれ以上溶解しない。空気中で強熱すると青緑色の炎をあげて燃え、酸化物となり、赤熱状態においては水蒸気や二酸化炭素からも酸素を奪って水素や一酸化炭素を生ずる。亜鉛末はイオウと高温で直接反応して硫化物となるが、乾いたハロゲンとは直接には反応せず、水分の存在するときだけ常温でも反応してハロゲン化物をつくる。水素、炭素、窒素とは高温でも直接は反応しない。赤熱状態でアンモニアと反応し、窒化物を生じる。ハロゲン化水素酸や希硫酸などの酸化力のない酸には、水素を発生して溶ける。しかし、純粋な亜鉛と純粋な希硫酸を用いた場合、しばしば亜鉛表面に水素ガスの薄膜を生じて容易に溶けないことがあり、このようなときには硫酸銅溶液を1滴加えるとよく溶ける。硝酸や濃硫酸のような酸化力のある酸に対しては、それぞれ酸化窒素や二酸化イオウを発生して溶ける。また、濃アルカリ溶液と熱すると水素を発生し、亜鉛酸塩を生じる。



アンモニア水やシアン化アルカリ溶液には可溶性錯塩をつくって溶ける。水銀とはアマルガムを形成する。

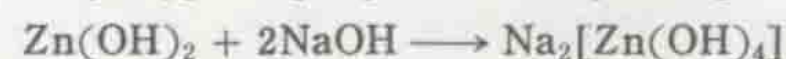
〔用途〕トタン、真鍮および乾電池の製造に使用されている。トタンは鉄板の表面にさびを防ぐ目

的で、鉄よりもイオン化傾向の大きい亜鉛の薄い結晶膜をどぶづけ法によって密着させたもので、屋根板や容器に用いられる。真鍮は銅との合金で鑄造、加工が容易で美しい光沢をもち、すぐれた機械的性質をもっているため棒、線、板、管、鋳物などに加工し、機械部品、日用金物、工芸品として広く用いられている。また、アルミニウム、銅、マグネシウムなどを少量混ぜ、自動的に金型鑄造法によってつくられる亜鉛ダイカスト合金(Al 3.5~4.5%, Cu 0.75~1.25%, Mg 0.02~0.08%, 残りがZn)としても大量に利用されている。そのほか、軸受け合金、洋銀などの合金、青化法における沈殿剤(亜鉛末)、希酸または濃アルカリとともに還元剤として広く利用されている。また、亜鉛のアルキル化合物は有機合成で重要である。

〔化合物〕亜鉛の原子価はつねに+2である。金属および酸化物とも両性で酸やアルカリに溶けるので化合物もこれらを原料として容易につくることができる。また、d軌道は閉殻となっているため化合物は一般に無色で、マグネシウムと同形のものが多い。錯イオンをつくりやすく、その配位数は4または6である。また、有機亜鉛化合物も多く知られている。

●酸化亜鉛 化学式 ZnO →酸化亜鉛

●水酸化亜鉛 化学式 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 亜鉛塩の水溶液に水酸化アルカリを加えると白色の沈殿として得られる。加熱すれば125℃で酸化亜鉛となる。両性で酸に溶けて亜鉛塩、アルカリに溶けて亜鉛酸塩となる。



亜鉛酸イオンはふつう ZnO_2^{2-} と書くが、実は $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ または $[\text{Zn}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})]^-$ などである。アンモニア水に錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ をつくって溶ける。

●硫化亜鉛 化学式 ZnS 閃亜鉛鉱またはウルツ鉱としても産するが、中性の亜鉛塩溶液に硫化アンモニウムを加えるか、十分な酢酸イオンの存在下に硫化水素を通ずると白色沈殿(無定形)として得られる。融解または昇華すると、結晶化する。2変態があり、低温では閃亜鉛鉱型構造をとり Zn-S 2.35Å、高温ではウルツ鉱型構造をとり、 Zn-S 2.36Å、転移点は1020℃である。いずれも陽イオンは陰イオンによって四面体的にとりかこまれている。水に不溶である。新しい沈殿は希無機酸に可溶であるが、古いものは不溶性に変わる。

合成でつくったものは、粒子が細かいので顔料として用いられる。とくに硫酸亜鉛と硫酸バリウムの水溶液中で複分解で生じた硫化亜鉛と硫酸バリウムの混合物はリトボンの名で白色顔料として用いられる。



●硫酸亜鉛 化学式 ZnSO_4 →硫酸亜鉛

●硝酸亜鉛 化学式 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 金属を硝酸に溶かし、蒸発すると6水塩 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ として得られる。無色の結晶。水への溶解度は184.3g/100ml(20℃)。105℃で無水塩となる。

●過塩素酸亜鉛 化学式 $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2$ 硫酸亜鉛と過塩素酸バリウムとを複分解させ、硫酸バリウムの沈殿を除いた溶液を蒸発させ濃縮すれば6水塩 $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ が得られる。無色の結晶。潮解性。

●酢酸亜鉛 化学式 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 酸化亜鉛を酢酸に溶かし、濃縮すると2水塩 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が結晶(無色)として得られる。水への溶解度は $30\text{g}/100\text{ml}/(20^\circ\text{C})$ 。

●炭酸亜鉛 化学式 ZnCO_3 天然に菱亜鉛鉱として産する。硫酸亜鉛溶液に、二酸化炭素を飽和した炭酸水素ナトリウム溶液を加え放置すると、無色結晶の沈殿として得られる。水に不溶で $(1\text{mg}/100\text{ml}, 15^\circ\text{C})$ があるが、ほかの酸に分解して溶け、水酸化アルカリやアンモニウム塩溶液に可溶。水と煮沸すると塩基性炭酸亜鉛 $2\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$ になる。この塩基性塩は炭酸アルカリの飽和溶液に亜鉛塩溶液を加えることによって白色無定形の沈殿として得られる(このとき炭酸亜鉛は得られない)。水に不溶であるが、希酸、アンモニア水などには溶ける。加熱すると酸化亜鉛となる。

●ハロゲン化物 フッ化亜鉛 ZnF_2 、塩化亜鉛 ZnCl_2 、臭化亜鉛 ZnBr_2 、ヨウ化亜鉛 ZnI_2 があり、フッ化亜鉛のほかはいずれも水に可溶である。フッ化亜鉛は熱フッ化水素酸溶液に炭酸亜鉛を溶かした溶液から4水塩として得られ、乾燥したフッ化水素気流中で、 300°C に加熱すると、無水塩が得られる。

亜鉛華 あえんか [⑤zinc white ④blanc de zinc ⑤Zinkweiss] 酸化亜鉛の工業薬品、医薬品、顔料などとしての俗称。亜鉛白ともいう。化学式 ZnO 、式量81.38。金属亜鉛を空气中で燃焼酸化して得られる。また硫酸亜鉛または硝酸亜鉛を焼いてつくる。軽い白色粉末。約 300°C に熱すると黄色になるが、冷やすともとへもどる。とくに純粋な亜鉛華は、炭酸ナトリウムの水溶液に硫酸亜鉛の水溶液を加え、塩基性炭酸亜鉛 $2\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$ の沈殿をつくり、加熱分解して得られる。水にはほとんど溶けず、熱に対しても安定である。鉛白より被覆力は劣るが、毒性がなく、硫化水素で黒変しないことから、白色顔料として重要である。そのほか、絵の具、印刷インキ、ゴムの加硫促進や老化防止の添加剤として、また、医薬用にはとくに純粋な亜鉛華が皮膚疾患の外用剤(亜鉛デンプン、亜鉛華軟こうなど)として用いられる。→酸化亜鉛

あかね(茜) [⑤madder ④garance ⑤Krapp] 慣用色名の1つで、濃い赤色系のやや黒みのある深紅色。アカネ科アカネ属に属するセイヨウアカネ(ヨーロッパ産)やクルバアカネ、オオアカネ、ホソバアカネ(以上日本産)などの根を乾燥粉砕して染料とする。セイヨウアカネから得た染料はアルミニウム、鉄、クロムなどの金属塩を媒染剤として広く用いられる。アルミニウム媒染による木綿の染色はトルコ赤染めとよばれ、すばらしい色調の鮮赤色が得られ珍重された。エジプトのミイラのまとい布にも発見されその歴史は古いが、1869年ドイツのグレーベ*によるアリザリン*の合成の成功によって以後合成品にとってかわられた。

日本産アカネから得られる染料はアリザリンのほかにはブルブリンを含むので帯黄赤色を呈する。日本ではこれが上代から用いられてきたが、これもアリザリンにとってかわられ、現在では美術工芸品など伝統芸術の一部に少量用いられるにすぎない。→染料

アクチノイド元素 —げんそ [⑤actinoids ④actinoïdes ⑤Actinoide] 古くアクチニド元

アクチノイド元素

I A																II													
1																2													
H	II A															III B					IV B	V B	VI B	VI B	2	He			
3	4															5	6	7	8	9	10								
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne								
11	12															13	14	15	16	17	18								
Na	Mg	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII					IX	X	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36												
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54												
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86												
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn												
87	88	89																											
Fr	Ra	Ac																											
																58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
																Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
																90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
																Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

アクチノイド元素の酸化数

Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	4	4	4	4	4	4	4	4						
		5	5	5	5	5								
			6	6	6	6								

(太字が最も安定)

素といったが、最近では混乱をさけるため、89番元素アクチニウムを含めてそれ以後103番ローレンシウムまでの15個の元素を総称してこのようによぶ。アクチニド元素というときは、アクチニウムに似た元素という意味で、アクチニウムを除いた14元素をさしている。また、92番元素ウランより大きい元素を超ウラン元素という。アクチノイド元素は、いずれも放射性元素で、とくに93番元素ネプツニウム以後の元素は、すべて1939年以降人工的に製造されたものである。化学的性質はランタノイド元素に似ていて、周期表上ではランタノイドと対応してひとまとめにして取り扱われている(とくに95番アメリシウム以後の元素が対応するランタノイド元素とよく似ている)。とり得る酸化数は、ランタノイド元素のように必ずしも+3が主ではなく高酸化数がより安定で、+4価、5価、6価もある。イオンはランタノイド元素の場合よりも錯イオンをつくりやすく、加水分解もしやすい。これらのことはランタノイド元素の核外電子配置が4f電子によって特徴づけられているのに対し、アクチノイド元素では、5f電子が順次うめられていく系列であることによるものである。通常のイオンは M^{3+} 、 M^{4+} 、 MO_2^+ 、 MO_2^{2+} などの形で存在し、同じ酸化数のイオン、または化合物の反応は同じで、化合物は同形である。 M^{3+} はランタノイドの3価イオンと同じように酸性溶液からフッ化物、シュウ酸塩が沈殿し、 M^{4+} は水に不溶のヨウ素酸塩をつくる。また MO_2^+ は炭酸塩水溶液から KMO_2CO_3 として、 MO_2^{2+} は Na^+ と酢酸イオンを含む溶液中から $\text{NaMO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_3$ として結晶する。→周期表

●アインスタイニウム einsteinium 原子記号 Es, 原子番号99。1952年太平洋でおこなわれた熱核爆発実験の生成物から、シーボーグ*らによって初めて確認された。ウランが中性子捕獲をくり返し、β崩壊をおこなって生じたもの。その後53年に、これとは別にアメリカで、原子炉中の ^{239}Pu に強い中性子束をあててもこの元素ができて見いだされ、さらにその後 ^{238}U に対する ^{14}N による衝撃、 ^{249}Bk のヘリウムイオンによる衝撃などでもつくられている。知られている同位体の数は11。そのうちもっとも半減期の長い同位体は ^{254}Es で、280日。現在まで極微量しかつく

られていない。化学的に安定な酸化数は+3価。物理学者アインシュタイン A. Einstein にちなんで命名された。

●アクチニウム actinium 原子記号 Ac, 原子番号89。1899年ドビエルヌ A. Debierne が、ピッチブレンド(歴青ウラン鉱)からウランを分離した残留物中に発見し、「光線」、「放射線」などを意味するギリシア語の actis にちなんで命名した。天然には主としてウラン鉱中に含まれる質量数227のもの(存在量はラジウムの約1/2000)と、トリウム鉱中に含まれる質量数228のもの(鉱石トン当たりわずかに $5 \times 10^{-8}\text{g}$)とがある。また1950年ハーゲマンによって、人工放射性ラジウムから、 ^{227}Ac が秤量できる程度得られ、種々の化合物がつくられるようになった。化学的性質は希土類元素、とくにランタンに似ている。銀白色の金属、融点 $1050 \pm 50^\circ\text{C}$ 、沸点約 3300°C 。安定な化合物での原子価は+3価。質量数223から228までの同位体が知られている。

●アメリシウム americium 原子記号 Am, 原子番号95。1944年シーボーグ、ジェームズ R. A. James, モーガン L. O. Morgan らが原子炉中でプルトニウムを照射することによって発見したもの。11種の同位体があるが、このときつくられた ^{241}Am が半減期458年で、現在までもっとも多量につくられている。 ^{243}Am が寿命がもっとも長く、半減期は 7.6×10^3 年。フッ化アメリシウムを真空炉中で $1000 \sim 1200^\circ\text{C}$ に熱して、バリウムで還元すると金属が得られる。金属は銀白色で展延性があり、融点 $850 \sim 1200^\circ\text{C}$ 、比重11.87。化学的性質は希土類、とくにユーロビウムに似ている。化合物中では原子価+3価のものがもっとも安定である。塩化物、硝酸塩、硫酸塩は水に溶けるが、フッ化物は水に溶けにくい。水溶液の色は淡紅色。対応するランタノイド元素のユーロビウムに対して、アメリカ大陸にちなんでアメリシウムと名づけられた。

●カリホルニウム californium 原子記号 Cf, 原子番号98。1950年アメリカのシーボーグらが ^{242}Cm にα粒子を衝撃させてはじめて ^{244}Cf を得た。この研究がカリフォルニア大学でおこなわれたことによってこの名がつけられた。天然に存在せず、キュリウムの(α , xn)反応、 ^{238}U や ^{239}Pu にベリリウム、炭素、窒素などの重イオンの衝

アクチノ

撃、あるいはそれらの多段階中性子捕獲によってつくられる。現在までの生産量はトレーサー量程度であるが、半減期の最長のものの質量数は251(約800年)、その他244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 252, 253, 254などがある。金属単体としては得られておらず、元素の性質はまだよくわかっていないが、ランタノイド元素のジスプロシウムと似ていて、化合物の酸化数は+3価が安定である。

●キュリウム curium 原子記号 Cm, 原子番号96。1944年アメリカのシーボーグらがサイクロトロンで加速した α 線を ^{239}Pu に照射してはじめて ^{242}Cm をつくった。現在では ^{242}Am の β 崩壊によってかなりの量がつくられており、また、長寿命の同位体 ^{244}Cm (半減期17.9年)を高密度中性子束中で ^{239}Pu に中性子捕獲をおこなわせてつくっている。知られている同位体の数は12で、そのうち半減期のもっとも長いものは ^{247}Cm (4×10^7 年以上)である。金属キュリウムはフッ化物 CmF_3 をバリウム蒸気中で熱して得られ、銀白色光沢の金属で、比重約7。化学的に安定な酸化数は+3価と4価。名称はキュリー夫妻*にちなんでいる。

●ネプツニウム neptunium 原子記号 Np, 原子番号93。1940年、マクミラン Edwin Mattison McMillan (1907—)とエーベルソン*によって発見された。すなわち ^{238}U に中性子を照射して得られる ^{239}U の β 崩壊によって生成することはすでに予想されていたが、マクミランとエーベルソンはこれを化学的に分離し、半減期2.3日の β 放出体であることを確認した。また周期表中ウランにつづくものであるから、ウラン命名のもとになった天王星 Uranus の外側にある惑星の海王星 Neptune にちなんで命名された。

人工放射性元素であるが、宇宙線による二次中性子、あるいはウランやトリウムの自発核分裂などで生成した中性子の作用によって生じたと考えられるものが、ウラン鉱石の中に微量含まれている。一般にはウランの核分裂によって得られ、最長半減期をもつ同位体は、 ^{237}Np (2.2×10^6 年)である。

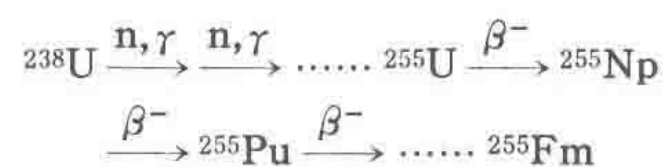
銀白色の金属で、融点648℃、比重20.45。 α 型、 β 型、体心立方の3型がある。展性があり、容易に加工できる。空气中常温では酸化されないが、50℃で酸化されて酸化ネプツニウムの被膜をつくる。また塩酸に溶け、50℃で水素と反応して水素化物 $\text{NpH}_{3.6\sim 3.8}$ をつくる。原子価は+3, 4, 5, 6価。溶液中では Np^{3+} の化合物は青あるいは紫、 Np^{4+} では黄緑色、 NpO_2^+ は緑色、 NpO_2^{2+} では赤色のことが多い。このうち NpO_2^+ がもっとも安定。

●ノーベリウム nobelium 原子記号 No, 原子番号102。1957年スウェーデンのノーベル物理研究所において、フィールズ P. R. Fields, フリードマン A. M. Friedman (以上アメリカ)、マイルステッド J. Milsted, ビードル A. B. Beadle (以上イギリス)、アッターリング H. Atterling, フォースリング W. Forsling, ホルム L. W. Holm, オストローム B. Astrom (以上スウェーデン)らの共同研究によって、サイクロトロンで加速された $^{13}\text{C}^{4+}$ を ^{244}Cm にあてて、半減期約10分の α 放出体としてはじめてつくられ、研究所の名と発明家ノーベル*にちなんでノーベリウムと命名された。このとき得られたものは ^{253}No ,

または ^{251}No と推定されているが、カリフォルニア大学のギオーソ A. Ghiorso らは、翌58年フィールズらの発見を追試した結果、これを否定し、別の核反応によって半減期3秒の α 放出体である ^{254}No をつくったと主張している。いずれにしてもこの元素は現在まできわめてわずかの原子数しかつくられておらず、性質の詳細は不明である。

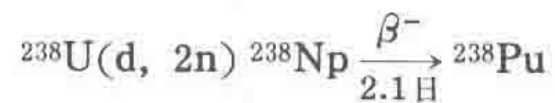
●バークリウム berkelium 原子記号 Bk, 原子番号97。1949年カリフォルニア大学のシーボーグらによって発見された。すなわち、ミリグラム量の ^{241}Am に35MeVのヘリウムイオンを衝撃させ、質量数243のものを得てカリフォルニア大学の所在地バークリー Berkeley にちなんで命名した。人工放射性元素で、質量数243から250までの8個の同位体が知られ、長寿命のものは原子炉内の多段階中性子捕獲によってつくられる。このうち質量数243のものは半減期が7000年にもおおよび、もっとも長い。化合物は主として+3価および4価。

●フェルミウム fermium 原子記号 Fm, 原子番号100。1952年太平洋でおこなわれた熱核爆発実験によって生じた灰の中からアインスタイニウムとともに発見された。翌53年イオン交換樹脂によって分離され、100番元素であることが確認され、質量数255であることがわかって、イタリアの物理学者フェルミ Enrico Fermi (1901—54)にちなんで命名された。熱核爆発実験で生成する反応は、きわめて大きい中性子束の中でおこった多段階の中性子捕獲であり、次のようなものである。



それ以後発見された同位体には質量250から256までのものがある。このうち ^{254}Fm は半減期3.2時間で α 崩壊する。化学的性質の詳細はわかっていないが、水溶液の中では+3価イオンとして存在する。

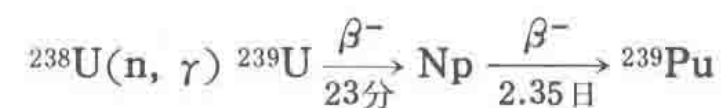
●プルトニウム plutonium 原子記号 Pu, 原子番号94。93番元素ネプツニウムが発見されたとき、すでに94番元素としてその生成が予想されていたが、当時はこれを観察することができなかった。1940年カリフォルニア大学のシーボーグ、マクミラン、ケネディ J. W. Kennedy らによって、サイクロトロンにより ^{238}U を重水素で衝撃してつくられた ^{238}Np の β 崩壊で ^{238}Pu がはじめてつくられた。



この新元素は太陽系の惑星冥王星 Pluto にちなんでプルトニウムと命名された。これは92番元素ウランと93番元素ネプツニウムとがそれぞれ天王星 Uranus, 海王星 Neptune にちなんでいるので、それに続くことを意味している。その後同位体の質量数は232から246までの15種が確認されており、いずれも放射性である。これらのうち ^{242}Pu がもっとも寿命が長く、半減期は 3.79×10^5 年である。

かつては天然に存在しないと考えられていたが、1942年シーボーグやパールマン M. L. Perlman らによってウラン鉱物中に微量含まれていることが確認された。これは鉱物中で ^{238}U が中性子を吸収するために生成したのと考えられて

いる。この反応は ^{238}U を含む原子炉の中でもおこり、プルトニウムの人工製造法として重要である。



フッ化プルトニウム(Ⅲ) PuF_3 を高温で金属カルシウムによって還元してつくる。また核分裂生成物のウランやネプツニウムからの分離には溶媒抽出法、イオン交換樹脂法、沈殿法などが用いられている。

銀白色の金属で反応性に富む。融点637℃。空气中で高温になると、かなり速く酸化がおこる。ハロゲンと直接作用してハロゲン化物をつくる。塩酸、85%リン酸、濃トリクロロ酢酸などには溶けるが、濃硫酸の作用は受けない。またアルカリ溶液にも作用されない。原子価は+3, 4, 5, 6価で、このうち+3価がもっとも安定。

^{239}Pu は核分裂生成物として重要なエネルギー源であり、また原子爆弾や水素爆弾の主材料としても使われる。そのほか中性子源や中性子計数器などの用途がある。

●プロトアクチニウム protactinium 原子記号 Pa, 原子番号91。91番元素の存在はメンデレーエフによって周期表上に欠けたものとしてすでに言されていたが、1918年ドイツのハーン Otto Hahn (1879—1968)とマイトナー Lise Meitner (1878—1968)およびイギリスのソディ*と克蘭ストン J. A. Cranston により、それぞれ独立に質量数231の長寿命の同位体(半減期 3×10^4 年)として見いだされ、アクチニウムの先祖という意味からプロトアクチニウムと名づけられた。すでに1913年に短寿命の同位体がファヤンス Kazimierz (Kasimir) Fajans (1887—1975)によって発見されていたが、これは半減期が短いので、プレビウムと名づけられ、91番元素であることが知られていなかった。現在質量数225から235までと237の合計12の同位体が確認されており、いずれも放射性である。

天然には231, 234, 234mの3つの同位体が存在し、ウラン鉱物中に含まれている。次のようにトリウムの反応によって人工的につくられる233はトレーサーとして使用される。



単体をつくるには、銅のターゲットに付着させた酸化物を真空中で35keV程度の電子で衝撃する方法や、塩化物または臭化物などをタングステンフィラメントに付着させ、高真空中で加熱して熱分解で得る方法がとられる。またフッ化プロトアクチニウム(Ⅳ) PaF_4 を金属バリウムで還元してもよい。

灰色の金属で展延性に富み、硬さはウランと同程度。化学的性質はタンタルによく似ている。空气中ではかなり安定で、ゆっくりと表面が酸化される。水素と接触すると250℃で水素化物をつくる。またヨウ素と反応して揮発性の化合物をつくる。通常原子価は+3価および4価。

^{231}Pa は熱中性子によって核分裂をおこし注目されているが、まだ実用化されていない。 ^{233}Pa は原子炉中でトリウムを ^{233}U に転換させるときの中間生成物なので、核燃料の増殖に重要な物質である。

●メンデレビウム mendelevium 原子記号 Md, 原子番号101。1955年アメリカのカリフォルニ

ア大学において、ギオーソやハーベイ B. G. Harvey らがプルトニウムの中性子照射によってつくった微量の ^{253}Es に α 粒子を衝撃させて、 ^{256}Md を分離、確認した。水溶液中では +3 価のアクチノイドの性質を示し、典型的なアクチノイド元素とされているが、くわしい性質はわかっていない。メンデレーエフの周期表が多くのアクチノイド元素の発見に重大な役割を果たしたことから、その名にちなんで命名された。記号は Md が正しいが、一時 Mv が使われたことがある。

●ローレンシウム lawrencium 原子記号 Lr, 原子番号103。1961年カリフォルニア大学のローレンス研究室で、ギオーソらがカリホルニウム (^{249}Cf , ^{250}Cf , ^{251}Cf , ^{252}Cf の混合物) に線型加速器で加速したホウ素 (^{10}B または ^{11}B) を衝撃させてはじめてつくった。これは半減期 8 ± 2 秒の ^{257}Lr で、 α 放射体である。サイクロトロンを発明者ローレンス Ernest Orlando Lawrence (1901—58) の功績にちなんで命名されたが元素についての詳細はまだわかっていない。〈中原勝儼〉

アグリコラ [Georgius Agricola] (1494—1555) 16世紀前半期ドイツの鉱山冶金、化学技術者。最初の体系的な金属関係の技術学書の著作家として有名。本名をバウアー Georg Bauer (農夫) といい、アグリコラはそのラテン語にあたる。3月24日ザクセンのグラウカウに生まれたが、幼年時代のことは明らかでない。ツピカウのラテン語学校に学び、20歳でライプチヒ大学にはいりギリシア語を学んだ。1518年ギリシア語教師としてツピカウに招かれ、翌年25歳の若さで新設の学校の校長に選ばれたくらいであるから、よほど語学の才にめぐまれていた。彼の最初の著作はラテン語の文法に関するものであった。当時の有名な人文主義者、ライプチヒ大学教授モゼラヌスに招かれて講師となり、ここで多くの知人を得、自然科学に関心をもった。24年彼が30歳のとき恩師モゼラヌスが死んだので、ルネサンス期イタリアの大学で医学、化学および言語学を学ぶためローマ、パドバ、ベネチアの大学に滞在した。ベネチアでは印刷業者マステウスを知り、また技術を学ぶためにミラノのガラス工場をも訪れた。

イタリアからの帰途、1527—31年ボヘミアの鉱山町ヨアヒムスタールの市医となり、ここで鉱山学、岩石学を研究した。彼の鉱山学に関する最初の著作は『ベルマヌス』Bermannus (1530) である。31—35年ケムニッツに移住して市医兼修史官として研究をつづけ、46年に同市の市長に任命された。

主著は『デ・レ・メタリカ』De Re Metallica。本書は1533年ごろから書かれ、50年に完成した。書名は「金属について」の意で、ラテン語で全12巻から成り、初版はバーゼルで死後4か月目に刊行された。80年にはドイツ語版、63年にはイタリア語版が同じくバーゼルで刊行された。本書が現代になってからかえって有名となったのは1912年アメリカの大統領 H. C. フーバー夫妻の共訳による英語訳と詳しい注が刊行されてからである。最近では仏訳、露訳も刊行され、三枝博音 (1892—1963) によって日本語訳とその研究も刊行された。またアグリコラの没後400年を記念して1955年ベルリン科学アカデミーから選集が刊行されている。

本書の内容はほぼつぎのようである。第1巻は実際の術と学問とに精通していなくてはならぬこ



アグリコラ
Georgius Agricola (1494—1555)



蒸留によって黄鉄鉱からイオウをつくる図(『デ・レ・メタリカ』の挿絵より)

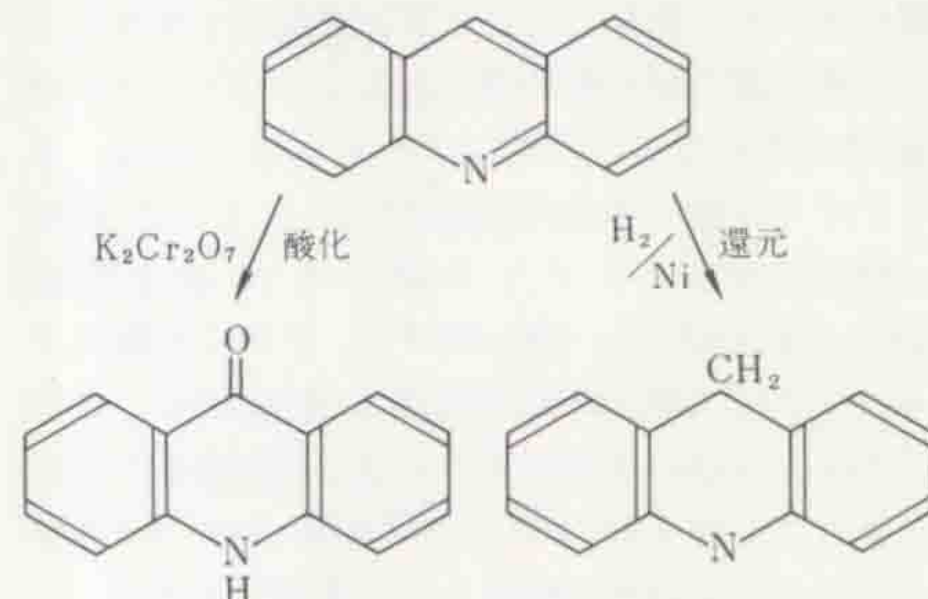
と、第2巻は鉱山師の心得と採鉱の着手、第3巻は鉱脈、亀裂および岩層について、第4巻は鉱区の測量と鉱山師の職分、第5巻は鉱脈の開掘および鉱区測量の術、第6巻は鉱山用の道具および機械、第7巻は鉱石の試験法、第8巻は鉱石の選別、粉碎、洗鉱および焙焼の方法、第9巻は鉱石融解の方法、第10巻は貴金属と非貴金属とを分離する方法、第11巻は金、銀を銅、鉄から分離する方法、第12巻は塩、ソーダ、みょうばん(明礬)、礬油、イオウ、歴青およびガラスの製法について述べている。採鉱冶金技術を道具、機械、化学装置の全体系として科学的に記述した書物は本書が最初である。とくに画家ウェフリグ B. Wefring による292枚の木版画は当時の進んだドイツの鉱山を生き生きと描き出している。ゲーテ Johann Wolfgang von Goethe (1749—1832) は『色彩論』(1810) のなかで「全人類への贈り物」と絶賛している。

当時ドイツの鉱山業はめざましく発展し、皇帝カール5世が1525年の勅令のなかで鉱山を「全能の神がドイツの地に下し給うた最大の賜物である」とし、帝国領内の採鉱、精錬業に従事する者10万人と評価したほどである。フッガー家を中心とする商業資本が鉱山業に進出し、ヨーロッパ最大の富を築く一方、ドイツ農民戦争につぐ宗教改革の時代であった。アグリコラが市長に任命されたケムニッツにも宗教改革運動がおこり、彼は新教徒たちとの激しい口論の最中、卒中で倒れたと伝えられる。

〔山崎俊雄〕
アグリコラ著、三枝博音訳、山崎俊雄編『デ・レ・メタリカ—全訳とその研究』(1968, 岩崎学

術出版社) ▷Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover: De Re Metallica (1950, Dover Publications, Inc.)

アクリジン [Ⓐacridine ④acridine ⑤Acridin] 芳香族化合物の1つ。コールタールの中に存在する。化学式 $\text{C}_{13}\text{H}_9\text{N}$, 分子量 179.22, 融点



111℃, 沸点 345—346℃ の淡黄色の結晶。実験室ではアクリドンの還元やジフェニルアミン-2-カルバルデヒドを硫酸の存在下で加熱すれば得られるが、工業的にはアントラニル酸カルシウムを加熱した後、水素気流中で亜鉛末を作用させて製造する。蒸気は皮膚や粘膜を刺激し、吸入するとせき、くしゃみがでる。水にはわずかししか溶けないが、多くの有機溶媒によく溶ける。水溶液は青色の蛍光を発する。

化学的には安定な物質で、強い酸や強いアルカリと高温で処理しても変化しない。重クロム酸カリウムにより酸化するとアクリドンになる。またニッケル触媒を用いて水素添加するとアクリダンになる。アクリジンオレンジRをはじめアクリジン系染料、殺菌剤(トリパフラビン)、医薬品(抗マラリア剤のアテブリン)などの基本物質として重要である。また、コバルト、亜鉛、銅、鉄などの分析用試薬としても用いられる。〈広田 穰〉

アクリジン染料 —せんりょう [Ⓐacridine color ④colorant d'acridine ⑤Akridinfarbstoff] ▷染料

アクリル酸 —さん [Ⓐacrylic acid ④acide acrylique ⑤Acrylsäure] 代表的な不飽和カルボン酸。化学式 $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$, 式量70.06, 融点13℃, 沸点141℃ であり、無色で酢酸に似たにおいのする液体である。アクロレインの酸化、クロロプロピオン酸の脱塩化水素、ヒドロキシプロピオン酸の脱水などの方法でもつくることができるが、工業的には今でも主としてアセチレンのカルボニル化反応によって製造されている(レッベ反応)。しかし石油化学の発達によりアセチレンよりプロピレンのほうが安価な原料となったので、最近ではプロピレンの酸化によるアクリル酸の合成が工業化されている。わが国でも日本触媒化学工業社で工業化され、モリブデン、スズ、タングステンなどの混合酸化物を触媒として空気中の酸素により酸化する工程で製造が開始されている。

アクリル酸は非常に重合しやすく、この化合物が重合してできる高分子は、水に溶けて高粘度の溶液になるので、増粘剤としてラッカー、ワニス、印刷インキなどに用いられる。そのほかに共重合体としていろいろな性質の高分子の原料になる。

〔アクリル酸エステル〕アクリル酸のエステルにも高分子化合物の合成原料として重要なものが多い。エステルは、アクリル酸とアルコールを濃硫酸を触媒として反応させるとできるが、メチルエステルはアセチレンとメタノール(メチルアルコール)とニッケルカルボニルのレッベ反応などの

方法により工業的に生産されている。高級アルコールのエステルは、アクリル酸メチルからエステル交換反応を利用して合成する。メチルエステルからヘキサデシルエステルまでの同族体はいずれも常温で液体であり、比重は1より小さく、低級アルコールのエステルは不快臭をもっている。過酸化物、光、熱などにより重合を起こしやすい。うゑ、重合鎖の間の架け橋を起こすのでアクリル樹脂*の原料になる。とくにメチルエステルは、ポリアクリル酸メチルの合成原料として、工業的に重要である。アクリル酸メチルは化学式 $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$ 、沸点 80.7°C 。アクリル酸エチルは化学式 $\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ 、沸点 100°C 。この化合物の α 位の水素がメチル基で置き換えられたメタクリル酸 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ とそのエステルもアクリル樹脂の原料として重要である。

性、刺激性とも弱く安全であるが、高濃度を必要とするので、酸素欠乏をおこすことがある。ボンベにつめて市販されている。→酸化窒素〈中原勝儼〉
亜酸化銅 あさんかどう 【英cuprous oxide ④oxyde cuivre ⑤Kupferoxidul】 ⇨酸化銅
アジ化鉛 —かなまり 【英lead azide ④azoture de plomb ⑤Bleiazid】 酢酸鉛(Ⅱ)の水溶液とアジ化ナトリウムの水溶液とから無色の結晶として得られる。工業的にはアジ化ナトリウム溶液中にゼラチンまたはデキストリンを加え、結晶の成長による爆発を防いで無定形粒状物質として製造する。斜方晶系の安定なα型と単斜晶系の不安定なβ型とがある。化学式 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ 、式量291.23。きわめて爆発しやすく、結晶の摩擦などによっても爆発する。冷水、アルコールなどに不溶、熱水にはわずかに溶けて徐々に分解してアンモニアを発生する。希硝酸に溶ける。発火点は約330℃。点火するか、わずかの衝撃で瞬間的に爆発する。雷酸水銀とともに起爆薬として信管、雷管などに用いられる。
 〈守永健一〉

アジピン酸 —さん 【英adipic acid ④acide adipique ⑤Adipinsäure】 飽和ジカルボン酸の1種で1,4-ブタンジカルボン酸・ヘキサ二酸の別名をもつ。化学式 $\text{HO}_2\text{C}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$ 、式量146.15。実験室ではシクロヘキサノールの硝酸による酸化で調製できるが、工業的にはシクロヘキサンの空気または酸素による酸化で合成する。融点153℃の無色の柱状結晶で水にはわずかに溶解し酸性を示す。エタノール、アセトンにはよく溶けるが、エーテルや炭化水素溶媒にはほとんど溶けない。加熱すれば無水アジピン酸や重合体無水物を生成するが、カルシウム塩を乾留するとシクロペンタノンを生産する。

アジピン酸は6,6-ナイロンを中心とした合成繊維の原料として重要で、ポリエステル樹脂の原料としても用いられる。アジピン酸と高級アルコールとのジエステルは可塑剤や合成潤滑油としての用途がある。たとえば、アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル(融点-75℃)およびアジピン酸ジイソデシル(融点-84~-43℃)は、ともにポリ塩化ビニルなどのビニル樹脂などと互いに溶け合う性質があり、高沸点で固化しにくい液体で可塑剤として用いられている。
 〈広田 稔〉

アスコルビン酸 —さん 【英ascorbic acid ④acide ascorbique ⑤Ascorbinsäure】 水溶性ビタミンの1種でビタミンCともよばれる。ヒト、サル、モルモットなどでは、生体内でつくることができないので、壊血病その他のビタミンC欠乏症が現れるが、ネズミ、イヌ、ウサギなどではブドウ糖から体内で合成できる。水素(または電子)の供与体として芳香族アミノ酸(フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン)などの代謝に重要な働きをしているほか、コラーゲンの形成にも関与している。→ビタミン 〈寺山 宏〉

アストン [Francis William Aston] (1877—1945) イギリスの実験物理学者。質量分析器の創案とそれを用いた同位元素(アイソトープ)の分離で知られる。1922年度ノーベル化学賞を受賞した。バーミンガム近郊のハーボーンで生まれ、バーミンガム大学とケンブリッジ大学に学んだ。化学者として訓練を受け、3年間は醸造関係の仕事をしてしたが、やがて真空放電の現象に興味をもち、ネオンなどの貴(希)ガスに対しては陰極光と陰極面の間にはっきりした暗部があること(アス



アストン
Francis William Aston
(1877—1945)

トン暗界)を観察している。

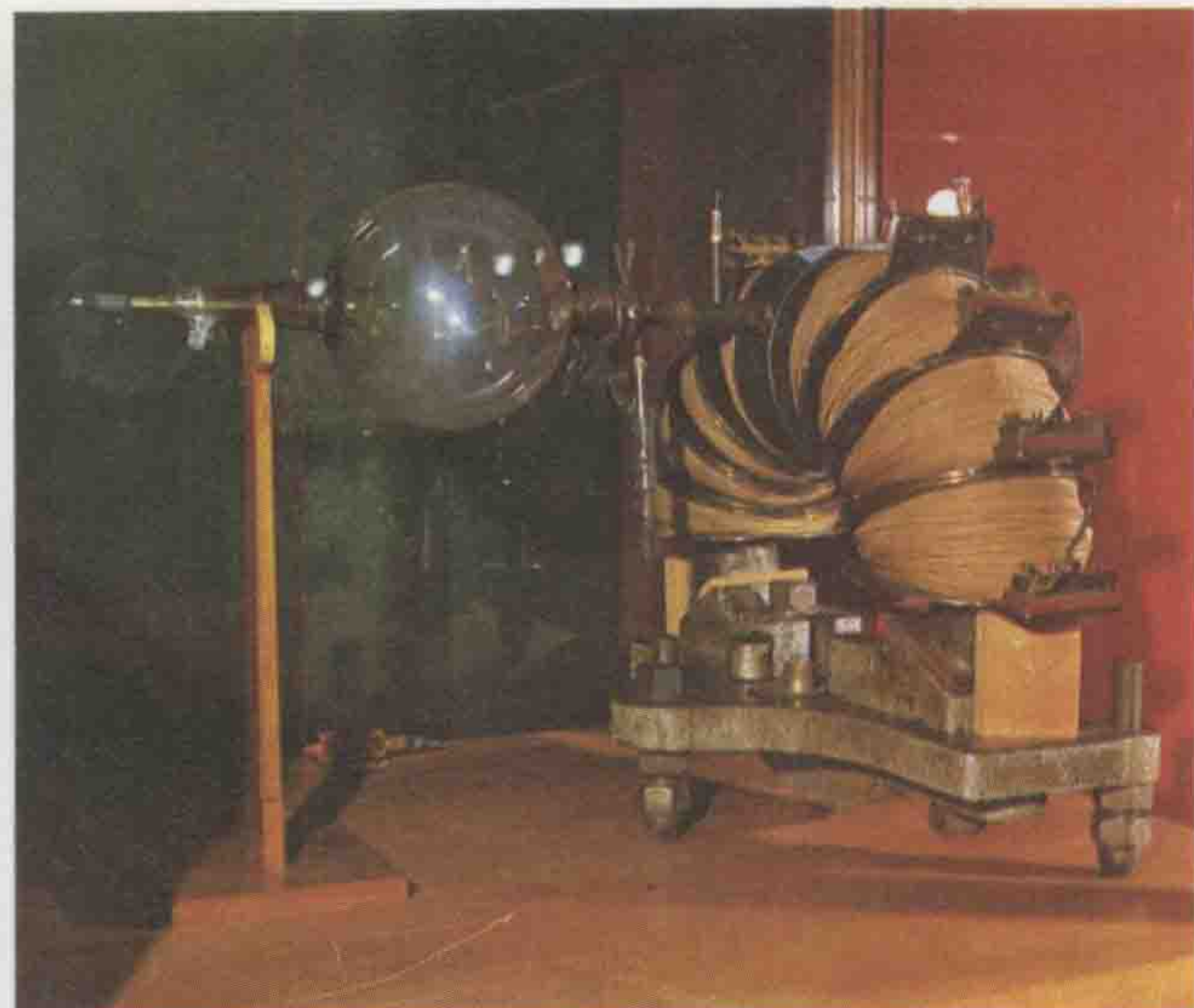
1910年トムソン Joseph John Thomson (1856—1940) に招かれてキャベンディッシュ研究所にゆき、その助手として陽極線分析の研究に従事した。この研究は、陽イオンの流れに電界と磁界をかけて直角な方向に曲げ、これを写真乾板に受けて観測するもので、この場合、イオンの比電荷(電気量と質量の比 e/M) が同じものは速さのちがいに乾板上で1つの放物線をえがく。ネオンに対しては、この放物線が2つ現れたことから、アストンはネオンガスが質量の異なる2種類の原子(同位元素)から成るのではないかと想定し、気体拡散の方法などでこの分離を研究し、一応良好な結果を得た。

第一次世界大戦が勃発すると、この研究は一時中断され、アストンは王立航空機工場で塗料の化学的研究にたずさわったが、戦後再びキャベンディッシュ研究所に帰ってこの研究を継続した。拡散法では十分な結果を得られないことに気づき、電磁的方法に帰ったが、トムソンの方法(放物線法)では精度が不十分なので、これに代えて速度のちがうイオンが同一の点に集まるようにくふうし(速度集束)、あらたな質量分析器(アストンの質量分析器)を製作した。そしてこれを用いた実験により、 ^{22}Ne と ^{20}Ne の明瞭な分離を得、その強度比から存在比をも決定してネオンの同位元素(アイソトープ)の存在を確立した。

引きつづく実験で他の多くの元素について質量分析を遂行し、ほとんどの原子がアイソトープをもつことを示し、またその存在比と質量を測定した。この一連の測定によって彼は各同位元素の原子量はほとんど整数になることを見いだしている。これはブラウト William Prout (1785—1850) の仮説以来の、化学的物質観に重大な一段階を与えると同時に、その後の原子核の研究の重要な基礎となった。さらに質量の精密測定をすすめてパッキング・フラクション(質量欠損)を見だし、核結合エネルギーの問題への道を開いた。

〈藤村 淳〉

アスパラギン酸 —さん 【英aspartic acid ④acide aspartique ⑤Asparaginsäure】 アミノ酸の1種。1806年、この酸のアミド体であるアスパラギンがボークラン L. N. Vauquelin らによってアスパラガスの汁から分離され、27年にブ



アストンの質量分析器(ロンドン、科学博物館蔵)

リッソン Plisson がアオイの根から分離したこのアスパラギンからアスパラギン酸をつくり、命名した。50年、デザイグネス Dessaignes が合成に成功し、87年、ピュッティ Piutti が化学構造を確認した。化学式 $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_4\text{N}$ 、式量133.10。光学異性体にD、L-体があり、天然に存在するL-体が広く利用されている。

植物タンパク質には比較的多量に含まれているので、酸加水分解し、水酸化カルシウムで中和し、生成するL-グルタミン酸とL-アスパラギン酸のカルシウム塩より分離する。マレイン酸またはフマル酸を原料として、DL-アスパラギン酸を合成し、これを光学分割する方法もある。フマル酸とアンモニアとの酵素反応で、95%もの高収率でL-アスパラギン酸を得る発酵法が工業的にこなわれている。L-体の融点270℃、水に対する溶解度は20℃で0.42g/dl、80℃で3.43g/dl。白色結晶、無臭。味は酸味がある。ナトリウム塩は若干の鹹味とうま味がある。

L-体は非必須アミノ酸であり、TCA サイクル、尿素サイクル、核酸生成経路で重要な位置を占める。脱アミノ化あるいはアミノ基転移によりTCA サイクルメンバーであるオキサロ酢酸となり、さらに脱炭酸をうけてピルビン酸となる。

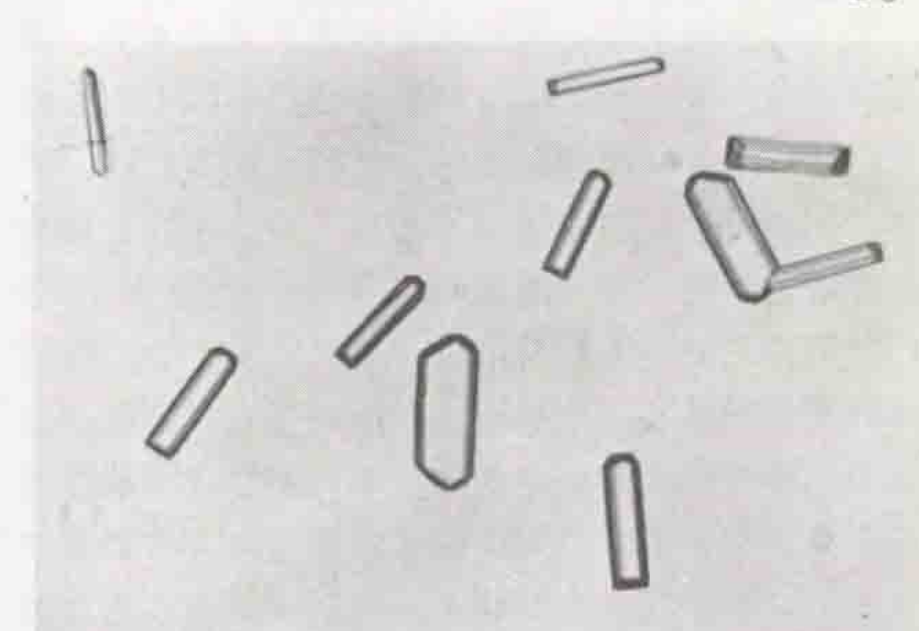


写真:味の素

アスパラギン酸の結晶(×100)

尿素サイクルでは、チトルリンと縮合してアルギノコハク酸となり、さらにL-アルギニンとフマル酸になる。また、直接アンモニアと結合してL-アスパラギンとなり、アンモニアの解毒を果たす。カルバミルリン酸と縮合して生じるカルバミル-L-アスパラギン酸は、生物の遺伝をつかさどる核酸の1成分であるピリミジン、プリン、の生合成の素材になる。アンモニア解毒剤、肝機能促進

アスファ

剤、疲労回復剤などの医薬品として使われるほか、清涼飲料の調味料としても利用されている。

〈塩谷伍三郎〉

アスファルト 〔英〕asphalt 〔独〕asphalte 〔独〕Asphalt 黒色の固体または半固体で、ピチューメン bitumen あるいはその訳語で歴青ともいう。石油から得られる石油アスファルトと天然に産する天然アスファルトとに大別され、量的には前者がほとんどを占める。石油アスファルトにはストレートアスファルト straight asphalt とブローンアスファルト blown asphalt とがある。

ストレートアスファルトは原油*の蒸留残渣で、石油アスファルト需要量の90%以上を占め、道路舗装用がほとんどで、そのほか水利工事用などがある。道路舗装の場合、アスファルトプラントで加熱した骨材（碎石、砂利、砂、石灰石粉からなる）に対し4～12%の加熱融解したアスファルトを混合して加熱合材をつくり、冷えない間に輸送、施工する。小規模工事や補修には、アスファルトを含有する液体であるカットバックアスファルトやアスファルト乳剤を骨材に散布する。カットバックアスファルトは、アスファルトをガソリン、灯油または軽油に溶かしたものである。アスファルト乳剤は界面活性剤を利用してアスファルトを水に乳化させたもので、界面活性剤の種類によりカチオン乳剤、アニオン乳剤がある。

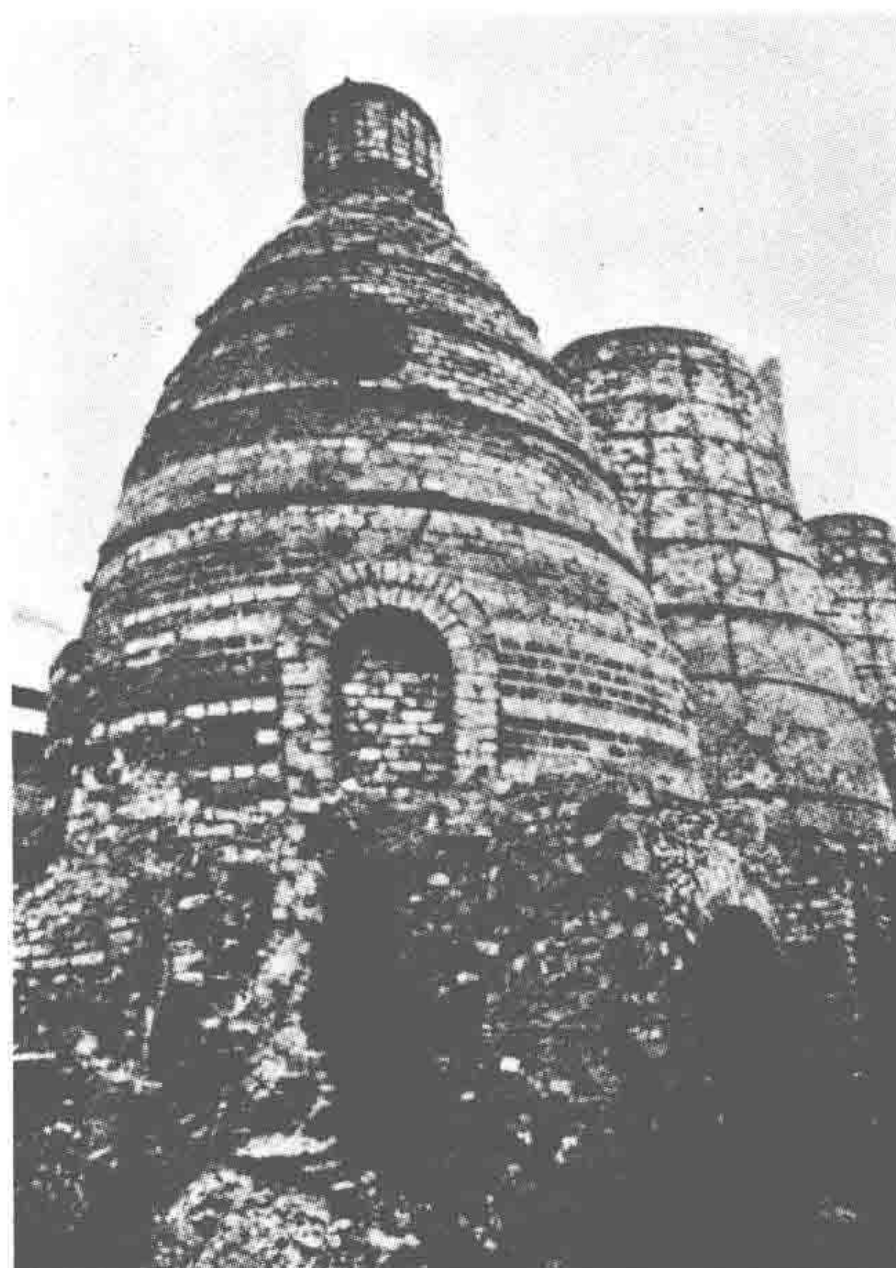
ブローンアスファルトはストレートアスファルトを230～270℃に加熱し、空気を吹き込んで製造する。このプロセスをブローイングという。用途はルーフィング（建築物防水材料）、ターボリン紙、接着剤、電気絶縁材、塗料などいろいろある。

石油アスファルトの品質は日本工業規格（JIS）K2207で規定され、針入度（規定の針が試料中に垂直に貫入した長さで、0.1mmを1として、かたさを示す）によってストレートアスファルトは0～300の間で10種（道路用は80～100、アスファルト乳剤用は150～200が多く使われる）、ブローンアスファルトは0～40の間で5種がある。その他の規定項目は軟化点（加熱により流動し始める温度）、伸度（常温以下で引っ張ったとき切れるまでに伸びた距離）、蒸発量、蒸発後の針入度、引火点などである。ブローンアスファルトは、ストレートアスファルトより軟化点が高く、伸度が小さい。

アスファルトは、固体成分のアスファルテンが油状成分のマルテンにコロイド状に分散したもので、マルテンは樹脂分と油分とに分けられる。アスファルテンと樹脂分はイオウ、窒素を含む縮合多環構造の化合物で前者のほうが分子量が大きい。アスファルト製造にはアスファルテン、樹脂分の含量が多く、コロイド構造が適当な原油が必要で、ろう分の多いパラフィン基原油は不適当である。ブローイングでは脱水素縮合によりアスファルテンが増加し、コロイド構造が発達する。ストレートアスファルトの品質範囲内で軽くブローイングし改質したものがセミブローンアスファルトである。特殊品としてゴムやプラスチックを配合したもの、空気吹き込みの代わりにイオウなどを酸化剤としてブローイングしたものがある。

天然アスファルトはストレートアスファルトに類似したトリニダド・アスファルトやブローンアスファルトに類似のギルソナイトなどがある。

→石油 〈内沼一雄〉
アスプディン [Joseph Aspdin] (1779—18



アスプディンの窯

85) 人工セメントの発明者。イギリスにおけるセメント工業の祖。リーズに生まれ、煉瓦積み職人をしてしたが、1810年イギリス人パーカー James Parker のいわゆるローマンセメントの特許（1796）が切れたのでセメントの製造をはじめた。1824年10月21日「人造石製造法の改良」という標題でイギリスの特許を得た。その製法は硬質の石灰石を焼いて生石灰とし、これをふかして極微細末のふかし石灰に変え、それに粘土を混ぜてクリンカに再焼成する、いわゆる二重焼成を特徴とする。その製品がイギリスで建築材として愛用されているボルトラント島産の石灰石に色が似ているところから「ボルトラントセメント」と命名したと伝えられる。このことからボルトラントセメントの発明者とされるが、人工セメントの発明には多くの先駆的な研究者がいる。彼はウェークフィールドに小工場を建て、1828年以来その製品が従来のローマンセメントのかわりにテムズ河底トンネルに使用されてから有名となった。彼はその製法を厳秘に付し、特許期限が切れてもセメント製造を独占していたが、その製法を改良したのは息子のウィリアム William Aspdin (1816—64) である。しかしウィリアムはのちに金策に窮し、イギリスを去ってドイツにセメント工場を建てたが失敗した。

アスプディンの最初の特許では原料の配分の割合も経験的で、約1100～1300℃に焼成したが、やがて1400～1500℃の高温で焼結するようになった。この高温焼成のセメントは1851年の第1回ロンドン万国博覧会でその強度が他のセメントよりすぐれていることがわかり、さらに多くのセメント工場の設立をうながした。

〈山崎俊雄〉

アスベスト 〔英〕asbestos 〔独〕asbeste 〔独〕Asbest 〔和〕石綿

アズレン 〔英〕azulene 〔独〕azulène 〔独〕Azulen 5員環と7員環が縮環した構造の非ベンゼン系芳香族炭化水素。化学式 $C_{10}H_8$ 。濃青色の板状結晶、融点98.5～99℃（エタノールから再結晶）。ナフタレンに似たにおいがある。270℃に加熱するとナフタレンに異性化する。水に不溶であるが、多くの有機溶媒に可溶。芳香族性があるので、求電子試剤によりその1,3位置で置換反応をおこす。

アズレンの語源は、元来ある種の植物精油が種々の処理によって青色または紫色に着色したものを「アズレン」と総称したことにはじまり、それらの母体がアズレン $C_{10}H_8$ であり、これはカモミューなどの精油から得られる。

〈徳丸克己〉

アセタール 〔英〕acetal 〔独〕acétal 〔独〕Acetal

広くアルデヒドの水和物のエーテルと考えられる化合物をいうが、アセタール類の中のアセトアルデヒドジエチルアセタールをいうこともある。アルデヒド $RCHO$ の水和物 $RCH(OH)_2$ （単離できない）のエーテルと考えられる構造をもつ化合物の総称。化学式 $RCH(OR')_2$ 。一般に無色の液体で、高位のものは固体。水に溶けにくく、アルコールやエーテルに溶けやすい。希酸と加温するとアルデヒド $RCHO$ とアルコール $R'OH$ に分解するが、アルカリに対しては安定。これを調製するには、たとえば、少量の塩化水素を含むアルコールをアルデヒドに作用させる。

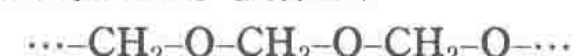


合成化学ではアルデヒドをアセタールとして保護する。すなわちアルデヒドはアルカリや酸化に対して弱いので、これをアセタールとすると、これらに対して安定となる。そこでアルデヒド基をもつ化合物で、アルデヒド基以外の部分で反応をおこなうときに、アルデヒド基をいったんアセタールに変えておいてこれを保護したまま所期の反応をおこない、反応後希塩酸で処理してアルデヒドを再生する。

●アセトアルデヒドジエチルアセタール（1,1-ジエトキシエタン）分子式 $CH_3CH(OC_2H_5)_2$ アセタール類のなかでももっともよく用いられるもので、単にアセタールとよぶことが多い。無色芳香性の液体、沸点102.7℃。25℃で100gの水に5g溶解する。アルコール、エーテルに易溶、放置すると重合する。酸化すると酢酸を生成し、ビリジン中五酸化リンの作用によりエチルビニルエーテルを生成する。有機溶媒あるいはジャスミンなどの合成香料の原料として用いられる。

〈徳丸克己〉

アセタール樹脂 —じゅし [acetal resin] 1956年にデュボン社は純粋のホルムアルデヒド $H_2C=O$ の、高分子量のものとの重合に成功し、両端をアセチル化したうえに、ポリアミド系ポリマーを安定剤として加えたものをデルリン Derlin の名で公表した。主体は、



である。良結晶性で、融点185℃のポリマー。上の式のようにポリエーテル（-O-はエーテル基）とよぶのが正しいが、アルデヒドが2価アルコールに加水されて（ $CH_2=O \rightarrow HO-CH_2-OH$ ）すなわちアセタールになり、その上で2価エーテルになったかたちにもとれるのでアセタール樹脂の名がある。ポリビニルアルコールのアセタールとはまったく違っている（→ポリビニルアセタール）。その後、アメリカ・セラニーズ社、ドイツ・バイ

アセタール樹脂の性質

	デルリン	デュラゴン
密度 (d)	1.42	1.41
引張強さ (kg/cm ²)	700	620
耐衝撃性 (ノッチ付) Izod ft·lb/in ²	1.4～2.3	1.2～1.6
曲げ強さ (kg/cm ²)	1050	910
曲げ弾性率 (kg/cm ²)	4.7×10 ⁴	3.2×10 ⁴
連続可使温度上限 (℃)	90	104