

# 第 1 章

## 無機化学を 学ぶにあたって

### 学習目標

- 1 化学の歴史的発展とその内容を学習する。
- 2 無機化学の内容、領域を理解する。
- 3 無機化学を学ぶ上での化学用語を学習する。
- 4 単位、濃度の使用を学習する。

原子、分子の概念は 18 世紀末から 19 世紀はじめにかけて急激に進展し、近代科学の前進となった。諸法則を学ぶとともに、現代における無機化学の内容・領域を理解する。

また、無機化学を学ぶ上での基礎的知識 (SI 基本単位, 基本的用語法など), 化学で使用される濃度の内容を理解する。

### 1.1 ● 化学の発展

ツタンカーメン王の王墓から出土した製品に黄金製や金箔の張ってある製品が多数あったことは有名な話である。鉄製品はごく少数で、ヒッタイトなどの西アジアの国からの贈り物とされ、高度の技術であった。

**金属発見の歴史**は図 1-1 に示すように、金→銅→鉄→アルミニウムの順で、金の発見は前述のごとく古い。生物での金属の利用はこの逆と考えられる。金はイオン化傾向が小さく、金イオンを火で還元することにより製造できたことが金の利用につながった。これらに関しては第 6 章の電気化学に記述している。古代における普通の金属を金に変えようとする錬金術の試みは、その実験により各種の発明発見の一端を担った。

近代化学のはじまりはボイルの元素仮説の後、ラヴォアジェの提唱し

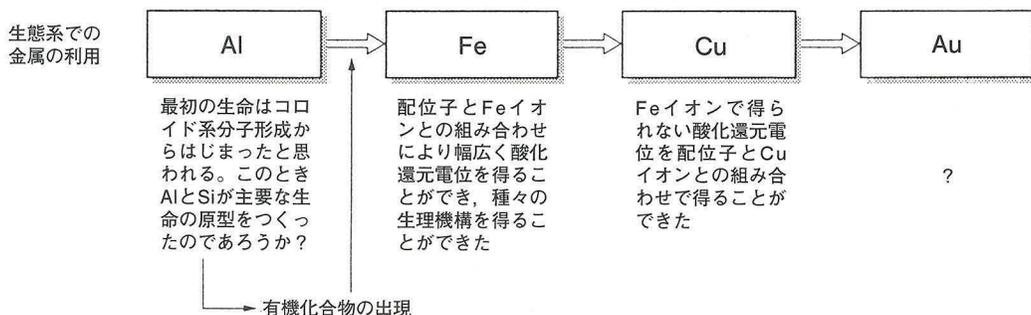
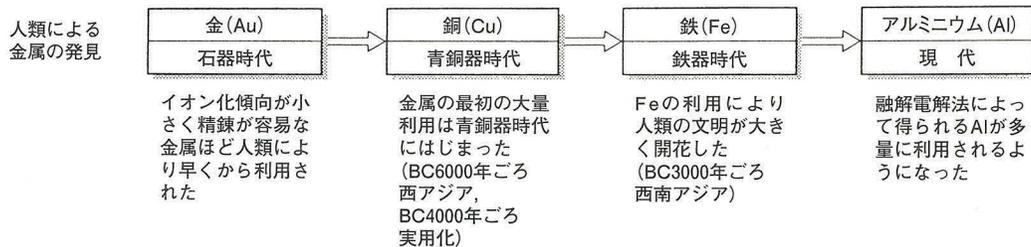


図 1-1 「人類による金属の発見」と「生体系での金属の利用の歴史」

(桜井 弘：「金属は人体になぜ必要か」, 講談社 (1996))

- 1) 質量保存の法則：化学変化の前後において、反応物の全質量と生成物の全質量とは等しいという法則。
- 2) 定比例の法則：物質が化学反応するとき、反応に関与する物質の質量比は、常に一定であるという法則。水の生成時には水素と酸素の質量比は  $1.00794 \times 2 : 15.9994 = 1 : 7.936$  である。
- 3) 原子説：物質が原子から構成されているという説を確立したのはドルトンである。彼は質量保存の法則、定比例の法則を説明するために物質は原子からなり、化合物は原子が結合したものと仮定した。
- 4) 倍数比例の法則：2種の元素A, Bからなる2種以上の化合物ができることがある。今、2つの化合物X, Yを考える。X, Yの化合物におけるAの一定量に対する、X, Yのそれぞれに含まれるBの質量は簡単な整数比をなすという法則。
- 5) 気体反応の法則：2種以上の気体が反応する場合、等圧、等温のもとでの反応で消費あるいは生成した各気体の体積には簡単な整数比が成り立つという法則。

表 1-1 原子、分子の概念を形成した主な法則

提出年	提案者	法則など
1774年	ラヴォアジエ (A. L. Lavoisier)	質量保存の法則 <sup>1)</sup>
1799年	プールのスト (J. L. Proust)	定比例の法則 <sup>2)</sup>
1802年	ドルトン (J. Dalton)	原子説 <sup>3)</sup>
1802年	ドルトン (J. Dalton)	倍数比例の法則 <sup>4)</sup>
1805年	ゲイリュサック (J. L. Gay-Lussac)	気体反応の法則 <sup>5)</sup>
1811年	アヴォガドロ (A. Avogadro)	分子説 <sup>6)</sup>

た単体仮説を提唱した時期である。その後、原子、分子の概念を形成した法則が提案された。主な法則を表 1-1 に示す。

このように、化学量論に関する諸法則、定比例の法則や倍数比例の法則など原子説の実験的証明がなされた。その後、分子説が提唱された。

1869年になると、元素の周期表<sup>7)</sup>がメンデレーエフ (D. I. Mendeleev, 1834-1890) らにより提唱され、元素の体系化が進むことになった。従来、生体内関連の有機物質を取り扱っていた有機化学は、1828年にヴェーラー (F. Wohler, 1800-1882) が尿素の合成に成功し、1865年にはケクレ (F. A. Kekulé von Stradonitz, 1829-1896) がベンゼン分子構造を提唱したことなど発展をとげた。一方、無機化学に関しては共有結合が主な結合形式の有機化学に比べ、イオン結合、配位結合などをも含む化合物の構造解析の進展は困難であった。

無機化学の構造解析はウェルナー (A. Werner, 1866-1919) の配位説やブラッグ (W. H. Bragg, 1833-1896) らの X 線結晶構造解析法などにより進展した。その後、ポーリング (L. C. Pauling, 1901-1994) による原子価結合理論や、その後発展した結晶場理論・配位子理論により無機化合物の解明が進んだ。現代では多くの化学分野で発展するとともに、各分野での細分化や新しい境界領域の創生がはじまった。

## 1.2 ● 現代の無機化学

無機化学 (inorganic chemistry) は元素、単体および無機化合物を研究する化学で、有機化学 (organic chemistry) に対して無機化学が定義されている。

炭素以外の元素を対象とするが、一酸化炭素、炭酸カルシウムなどの炭素を含む化合物も含まれる。有機化合物は主に地表に存在するのに対して、地球のそのほかの部分は無機化合物で構成されている。

無機化学は研究対象により細分化されており、錯体化学 (complex chemistry)、有機金属化学 (organometallic chemistry)、生物無機化学 (bioinorganic chemistry)、環境化学 (environmental chemistry)、環境無機化学 (environmental inorganic chemistry)、地球化学 (geochemistry)、固体化学 (solid-state chemistry)、海洋化学 (ocean chemistry)、大気化学 (atmospheric chemistry) など多くの分野が含まれる。近年の技術革新や新材料開発による燃料電池・希土類発光体・超伝導体・ニューセラミックスなどマテリアルサイエンスの発展は無機化学によるところが多い。また、バイオサイエンスにおける微量遷移元素の役割解明も無機化学が基礎になっている。

Chemical Abstracts に掲載されている「Physical/Inorganic/Analytical Sections of Chemical Abstracts」分野から無機化学関係を選び、現代化学での無機化学研究分野の分類を紹介する。

### Chemical Abstracts

Chemical Abstracts (CA) は、アメリカ化学会の一部門の CAS (Chemical Abstracts Service) が発行している化学および関連分野の文献抄録誌で、1907年に創刊された。20世紀はじめから現在まで、世界の雑誌および特許文献に発表された研究成果を調べるための必須のツールで、化学に関連するほとんどすべての文献に加えて、生命科学その他広範な科学分野に関する豊富な情報を提供しており、巨大データベースとして世界中で利用されている。1996年以降は CD-ROM 版も発刊されている。また、現在はオンラインでの利用が可能である。

- 6) 分子説：アヴォガドロは分子の概念を持ち込み、その構成要素として原子を導いた。元素の分子も2個以上の原子からなる場合もあると考えた。
- 7) 多くの研究者が元素の周期性について研究をしていたが、1869年、メンデレーフは原子量と酸化数を手がかりに周期表を作成し、未発見の元素とその性質を予測した。現在の周期表の基礎になっている。Ar-K、Co-Ni、Te-Iの間に原子量の逆転がみられるが、原子量が同位体の平均から計算されているからである。