

化学G 1 3 限目
2007.4.25

人、金属に会う

梶本興亜



金属の特徴

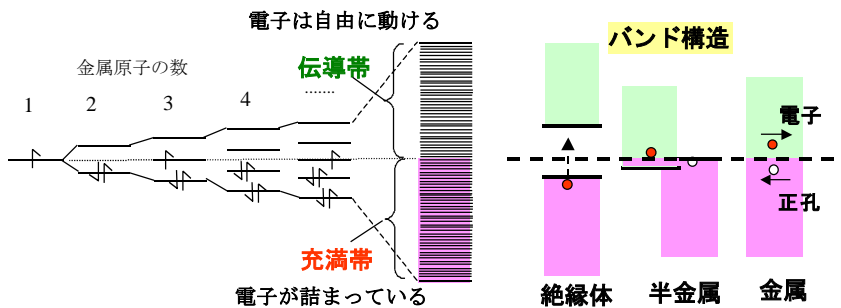
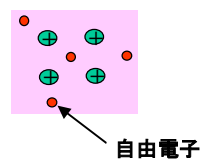
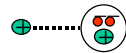
- | | |
|------------------|-------------|
| 1. 電気を通す（伝導体） | —電線 |
| 2. 金属光沢を持つ | —金・銀・クロムメッキ |
| 3. 硬い（高硬度） | —刃物 |
| 4. 引っ張り強さが大きい | —ロープ、吊り橋 |
| 5. 一般に重い | —文鎮 |
| 6. 不透明な固体（水銀は例外） | — |
| 7. 伝熱性が大きい | —はんだごて |
| 8. 弾性がある（バネなど） | —ゼンマイ |

金属とは

電子と結合：共有結合

イオン結合

金属結合











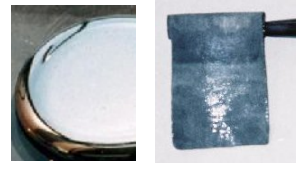
金属元素

元素の周期表 (長周期型)

周期	1 (1A)	2 (2A)	3 (3A)	4 (4A)	5 (5A)	6 (6A)	7 (7A)	8	9 (8)	10	11 (1B)	12 (2B)	13 (3B)	14 (4B)	15 (5B)	16 (6B)	17 (7B)	18 (0)
1	1 H 1.008																	2 He 4.003
2	3 Li 6.941*	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 98.91	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71 La-Lu La-Lu	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 196.97	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Ac-Lr Ac-Lr	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [263]	107 Bh [264]	108 Hs [265]	109 Mt [266]	110 Ds [271]	111 Rg [272]	112 Uub [285]	113 Uut [286]	114 Uuq [289]	115 Uup [292]	116 Uuh [293]	117 Uuq [294]	118 Uuo [294]
6	ランタノイド																	
7	アクチノイド																	

(注) 本表の原子量(原子質量)は、有効数字の4桁目まで1以内であるが、*を付したものは2桁、*を付したものは3桁以内である。また、安定核種を除く、放射性核種は質量数(質量数)と、その元素のよく知られた核種記号(元素記号の中心から1線を隔んでその質量数を4)の形で表示してある。[]が示すものはその元素の質量数と同等に扱って扱うことができる(放射性核種ではない)。日本化学会 原子番号委員会による。

ギリシャ時代に既に知られていた元素 - 単体として単離されていた

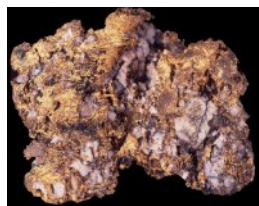
炭素	C			
硫黄	S			
鉄	Fe			
銅	Cu			
亜鉛	Zn			
銀	Ag			
スズ	Sn			
金	Au			
水銀	Hg			
鉛	Pb			

図は、Elements periodic table (<http://www.webelements.com/>)より引用しました。

ギリシャ時代以前に知られていた金属の性質

金属	融点 °C	密度 g cm ⁻¹	硬度 モース	引張強さ kg/mm ²	伸び %	伝導度 Cu=100	クラーク数 %
銅 Cu	1083	8.92	3	22	38?	100	0.01
亜鉛 Z	419	7.14	2.5	13	30	29	0.004
スズ Sn	232	7.31	1.8	2	35-40	15.3	0.004
鉄 Fe	1535	7.87	4.5	25	6	17.3	4.70
金 Au	1063	19.3	2.5	10	45	74.9	5×10 ⁻⁷
銀 Ag	961	10.5	2.7	18	55	106.1	1×10 ⁻⁵
鉛 Pb	327	11.3	1.5	9	50	8.4	0.0015
水銀 Hg	-38	13.6				1.8	2×10 ⁻⁵

金属鉱石



自然金 Au



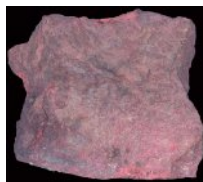
方鉛鉱 PbS



自然銀 Ag



錫石 SnO₂



辰砂 HgS



磁鉄鉱 Fe₃O₄



自然銅 Cu



閃亜鉛鉱 (Zn/Fe)S

写真は、産総研地質調査総合センター地質標本館(<http://www.gsj.jp/Muse/hyohon/hyohon.htm>)より引用しました。

銅の歴史

- B.C. 5000年 エジプト、銅器の埋葬品
- B.C. 4000年 メソポタミア北部で銅の器具
- B.C. 3000年 キプロス(Cyprus)島で生産 \rightarrow cuprum \rightarrow Cu
- B.C. 3500-3000年 メソポタミアのシュメール人が青銅を使い始める。(エジプトには錫が産出せず青銅器の出現が遅れた)
- B.C. 1600年 中国(殷)で青銅の工芸品
- B.C. 300年 日本(弥生時代)に青銅が伝わる
- 700年頃 日本でも銅が産出。和同開珎の鑄造と流通。
- 753年 聖武天皇、東大寺大仏開眼。500トンの銅。巨大な熔解炉。
- 江戸時代 日本は世界一の銅の産出国
銅の精錬と同時に銀を産出する南蛮吹きという方法が住友財閥の基礎となった。



自然銅 Cu



輝銅鉱 Cu_2S



錫石 SnO_2

銅の合金



$Cu+Sn+Pb$
93 5 2
青銅

青銅は本来は青くないが、空气中に長年おくと次第に硫酸塩・炭酸塩を生じ青緑色となるので、青銅と呼ばれる。



Al	Cu + Zn	Cu + Sn + Zn	Cu + Ni	Cu + Ni	Cu + Zn + Ni
100	60-70 40-30	95 1-2 4-3	75 25	75 25	72 20 8
純アルミ	黄銅	青銅	白銅	白銅	ニッケル黄銅

純銅	引張強さ 25kg/mm ²	伸び 35-15	屋根板
青銅 (リン青銅)	50	45-30	弾性、耐食性・耐摩耗性大、鑄造性良
黄銅 (6:4)	43	40-15	一般板金
白銅 (洋白)	50	20-5	洋食器、装飾品、計測器

銅の精錬

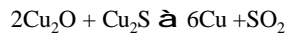
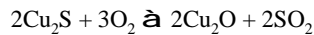
選鉱：手選鉱法、比重選鉱法、泡に鉱石に付着させる浮遊選鉱法
 加熱溶解：硫化銅を含んだ「カウ（マット）」と鉄や珪酸を含んだ「カラミ（スラグ）」に分離

銅自溶炉：硫化物が燃焼する酸化熱を利用、燃料不要。

溶鉱炉：燃料にコークス

反射炉法：重油またはガスを燃料にする

転炉：熔けたマットに空気を吹きこむ。燃料不要。純度98-99%の粗銅を得る。

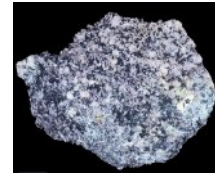


電気分解工程：粗銅を陽極につなぎ電解槽中の硫酸銅水溶液に浸す。陰極に銅として析出する「電気銅」は99.96%の純度。

更に酸素を除く：

タフピッチ銅：天然ガスを用いて酸化銅を還元

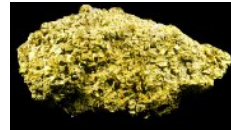
無酸素銅：電気銅を真空中か還元ガス雰囲気中で溶解



銅藍 CuS



輝銅鉱 Cu_2S



黄銅鉱 CuFeS_2

鉄の精錬と歴史

B.C. 3000年 隕鉄の利用、エジプトの遺跡

B.C. 1500年 鉄の精錬、アナトリア半島のヒッタイト人
 酸化鉄の低温還元(800°C)。半溶鉄を叩いて
 鑄造する。

5世紀頃 日本でも製鉄始まる。たたら製鉄（砂鉄）。

中世以降のヨーロッパ：木炭高炉→森林の消失

18世紀 コークス高炉→銑鉄

19世紀 転炉（空気/酸素を吹き込み、燃料不要）

吹き込み時間を変えて炭素量を調整

電気炉（鉄スクラップの時に用いる）

平炉（炭素の多い鑄鉄と、少ない錬鉄を
 組み合わせて炭素量を調整）



黄鉄鉱 FeS_2



磁鉄鉱 Fe_3O_4



赤鉄鉱 Fe_2O_3



褐鉄鉱 $\text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$

炭素との合金－鋼

鉄：炭素含有量0.0218[mass%]以下

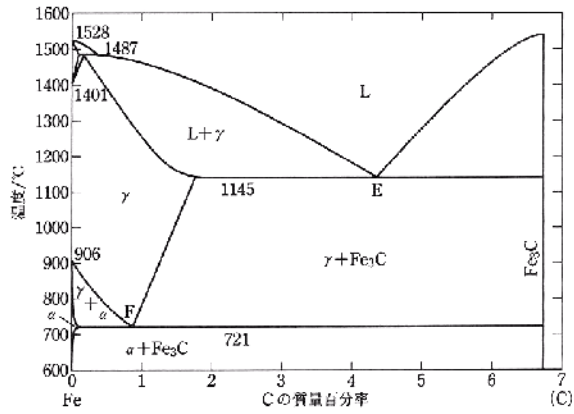
鋼：炭素含有量0.0218－2.14[mass%]－炭素鋼

炭素量が多くなると、引っ張り強さ・硬さが増すが、伸び・絞りが増減し、切削性が低下する。熱処理により性質が大きく変わる。

鑄鉄：炭素含有量2.14

%以上、融点低く
鑄造しやすいが
脆い。

α ：フェライト
 γ ：オーステナイト
 Fe_3C ：セメンタイト



鉄-炭素系の融点図

相図は、放送大学テキスト「物性の科学・反応と物性」(梶本、岩村著)より引用しました。

鉄の合金－C以外

ステンレス鋼：10.5%以上のCrを含む合金、Niを含むことが多い。

Crが酸素と結合して不動態の酸化膜を作るので錆びない。

高速度鋼：Cr、Mo、W、Vなども添加。

超硬合金：炭化タングステン(WC)と結合剤のコバルト (Co)を混合して焼結したもの

高マンガン鑄鉄：耐摩耗性が大きく安価

クロムモリブデン鑄鉄：最大の耐摩耗性