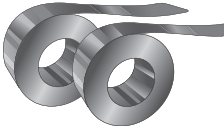

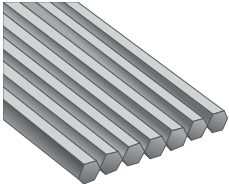
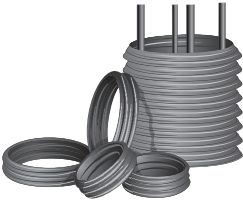


## はじめに

銅は、人類が最初に手にした金属と言われており、古代から現代までそれぞれの時代で重要な役割を果たしてきました。近年、この歴史ある銅を取り巻く環境が著しく変化しています。具体的に、中国の経済発展に伴う電力インフラ拡大や電気自動車の普及による銅需要の急激な増大、投機資金流入による銅原材料の銅地金価格の乱高下、中国への銅の割合が低い電線層などのスクラップ品の輸入禁止への動き、コスト削減や軽量化対応による銅からアルミニウムへの代替の加速などです。

はじめに  
本書では、特に次頁の表に示した板、条、管、棒、線の形状に塑性加工で造られる伸銅品（しんどうひん）を対象とし、その歴史から製造・加工方法、銅合金の種類と特性、身近な用途まで、銅および銅合金に関する一連の内容を学ぶことができるように構成しました。できるだけ読みやすさ、とわかりやすさを重視するために図表を多く用いて、元素記号は合金組成や化学式を示すときのみ使用し、合金組成は重量%としました。また、本書が単なる銅および銅合金の解説書にならない

## 伸銅品の種類

伸銅品の種類		定 義
板		0.1mm 以上の均一な肉厚で、長方形断面を持ち、シャーまたはのこ切断された平板で供給される圧延製品
条		0.1mm 以上の均一な肉厚で、長方形断面を持ち、スリットされたコイル形状で供給される圧延製品
管		全長にわたって均一な断面形状と肉厚を持ち、真っすぐな状態またはコイル形状で供給される中空の展伸材
棒		全長にわたって均一な断面を持ち、真っすぐな状態で供給される中実で、断面形状が、丸形、正六角形、正方形および長方形のもの
線		全長にわたって均一な断面を持ち、コイル形状で供給される中実で、断面形状が、丸形、正六角形、正方形および長方形のもの

ように、もう1つの非鉄金属代表であるアルミニウムおよびアルミニウム合金との比較を心掛けました。具体的には、

- 第1章では、古代から現在における人類の銅との関わり、
- 第2章では、銅鉱石からの銅の製造方法、
- 第3章では、銅および銅合金の加工方法、
- 第4章では、銅および銅合金の表面処理方法、
- 第5章では、純銅の種類と特徴、
- 第6章では、歴史ある銅合金である黄銅と青銅の種類と特徴、
- 第7章では、耐食性や強度、超弾性など特性が際立った銅合金、
- 第8章では、銅および銅合金が主役として活躍する用途、
- 第9章では、銅が脇役として活躍する用途、

について、全60項目で解説するとともに、各章末には銅に関連するトピックスをコラムとして取り上げました。

本書の対象とする読者は、初めて銅および銅合金について学ぼうと考えている方としています。例えば、理工系大学・高専を目指す学生や現役の理工系大学生、金属を取り扱う材料・加工メー

カー技術者や商社担当者、さらには、金属材料をはじめとする材料科学に興味を持つ方です。  
最後に、本書の発刊にあたり、技報堂出版株式会社の伊藤大樹氏には大変お世話になりました。  
ここに深く感謝申し上げます。

2019年7月

吉村 泰治

# 目次

はじめに

第 1 章

銅の歴史

---

1	人類と銅の歴史	2
2	日本における銅の歴史	4
3	銅鉱石の埋蔵量と生産量	6
4	世界の銅地金生産量と消費量	8
5	日本の銅地金生産量と消費量	10
	コラム① 新興国需要による銅価格の乱高下	12

第 2 章

銅鉱石から  
銅の生産方法

第 3 章

銅および銅合  
金の加工方法

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
鍛造	鍛造	伸線・引抜	押出	圧延	鑄造	溶解	精鉱の製錬と粗銅の精錬	銅鉱石の分離と選別	銅地金の製造方法	銅鉱物の種類
綾り・張出し	— 金型を用いて成形および鍛錬を行う	— 穴の開いた金型から引き抜いて	— 穴の開いた金型から押出して	— ロールで薄く延ばす	— 液体の金属を鑄型に流し込んで固める	— 金属を固体から液体に変化させる	— 今、都市鉱山に期待が集まる！	—	—	—
中空のくぼみをつくる	— 金型を用いて継ぎ目のない	さまざま断面形状の長尺材をつくる	さまざま断面形状の長尺材をつくる	—	—	—	—	—	—	—
44	41	39	37	35	31	28	25	22	21	19
22	21	19	16							



純銅の  
種類と特徴

26	純銅の種類 — 「タフピッチ銅」「リン脱酸銅」「無酸素銅」 の 3 つに分けられる ……………	68
27	密度 — 銅の密度はアルミニウムより大きく 軽量化にはアルミニウムのほうが有利 ……………	70
28	加工性 — 銅のほうがアルミニウムより加工性が優れている ……………	71
29	導電性 — 銅は銀に次いで電気を伝えやすく、 電線や電子機器部品に使用されている ……………	73
30	熱伝導性 — 銅は電気だけでなく熱も伝えやすく、 熱交換機やエアコンに使用されている ……………	74
31	耐食性 — 銅は耐食性にも優れ屋根や雨どいに使用されている ……………	76
32	有色性 — 銅は亜鉛を添加することで赤銅色から黄金色へと 色に変化する ……………	78
33	殺菌性 — 銅は菌の働きを抑える、もしくは死滅させる ……………	80
34	銅の強み、弱みは？ — 銅はあらゆる面ですぐれた金属だが 軽量化やコスト削減には向かない ……………	81
コラム 5	緑青の誤解 ……………	83





主役として  
活躍する用途

52	51	50	49	48	47	46	45
水栓金具・バルブ	鍵と錠	コラム	電子機器部品	硬貨	キッチン用品	楽器	電線
—銅の優れた加工性で複雑な形状を実現	—作り直しができるほうを摩耗しやすくしている	—どうしてお寺とチャペルの鐘の音は違うの？	—高強度と高導電性が求められる	—1円硬貨以外はいずれも銅合金	—優れた熱伝導度で料理を美味しく	—プラスチックのプラスとは黄銅のこと	—銅の重要な用途の1つ
120	122	124	111	113	115	116	110

第 9 章

脇役として  
活躍する用途

60 59 58 57 56 55 54 53

軽くて強いジュラルミン	126
柔らかい色合いのピンクゴールド	129
厳かに光り輝く金箔	132
加工しやすいステンレス鋼	134
おもちゃに大活躍！ 亜鉛合金	137
電子機器に欠かせない鉛フリーはんだ	140
黒子として活躍する下地銅めつき	142
振動を制御するマンガン合金	143
コラム⑨ 銅とチヨコレート	144

おわりに

参考文献

146

145

第 1 章

銅  
の  
歴  
史

# 1 人類と銅の歴史

人類は、その進化とともに使う道具を進歩させてきた。**紀元前8000年から7000年ごろ**の新石器時代には、石でできた斧や矢じりを道具として使用していた。ちょうどそのころ人類は、ほぼ純粋な銅を主成分とする**自然銅**（図1）を偶然発見したと言われており、これが人類の金属、すなわち銅との最初の出会いである。実際、チャタル・ヒユク遺跡（トルコ）では、紀元前7000年ごろの層から自然銅を用いて成形した装飾品が出土されている。

**紀元前6000年ごろ**には、銅鉱物の**孔雀石**や**藍銅鉱**（らんどこう）が西アジアのメソポタミア地域で発見され、加熱された炉壁から金属が遊離するなどの偶然の出来事から、**銅鉱石から銅を分離する技術**が次第に確立されていった。

**紀元前4000年ごろのエジプト、メソポタミア文明**では、銅が使用されていたことが知られており、**銅を鑄造して形作られた工具や容器、武器・装身具**などが発見されている。銅鉱石から銅を製錬する方法は、紀元前4000年代末に発見され、銅に錫（すず）を添加した青銅もほぼ同じ



図1 自然銅

ころから使用されている。実際、紀元前3800年ごろのシナイ半島において、スネフル王（古代エジプト）によって銅鉱石が採掘されたという記録や、溶けた金属を入れる容器のつぼも発見されており、当時、銅製錬技術があったことが証明されている。西暦紀元前後には、ローマ人は銅に亜鉛鉱石を加えて溶解することによって深黄色の合金、いわゆる黄銅が得られることを発見した。亜鉛鉱石であるカラミンを使ったことから、得られた黄銅をカラミンプラスと呼び、貨幣に使用した。

このように、人類の銅の活用は、最初は自然銅の成形から始まり、次に自然銅の溶解、鑄造、銅鉱石から銅の製錬、錫や亜鉛との合金化というステップを踏んでいったと考えられている。一方、銅と同様に非鉄金属の代表であるアルミニウムは、その存在が推定されたのは18世紀末、金属として取り出すことに成功したのは1825年と言われており、銅の歴史の長さを改めて感じる。