

伸銅品を学ぶ（下） 銅から伸銅製品ができるまで

一般社団法人 日本伸銅協会
一般社団法人 日本銅センター

銅はそのままでもたいへんすぐれた性質をもっていますが、これを他の金属と溶かし合わせて合金をつくると、さらにすぐれた性質をもつようになり、多種多様な用途に用いられます。伸銅品はどんな種類の合金と形状があり、どのような特性をもっているのでしょうか。

伸銅品の種類と特性

銅

私たちが総括的に“銅”と呼んでいるものを、もう少し細かくみると、原料の電気銅を伸銅品に加工するときの溶解の方法によって、少しずつ性質の違った種類に分類されます。

タフピッチ銅

電気銅を溶解するときに銅のなかに酸素を 0.02 ～ 0.05% 残した精製銅で、純度が高く（銅含有率 99.9% 以上）、また導電性を害する微量な不純物を酸素が無害な形にするので、導電性に非常にすぐれます。JIS 規格で導電用に指定したタフピッチ銅の導電率*はほぼ 100% です。しかしタフピッチ銅はこの酸素のために水素ぜい化*をおこすので、還元性の雰囲気中で高温に加熱したり、溶接したりするものには適しません。

りん脱酸銅

溶解中に吸収した酸素をりんを用いて除いたもので、酸素は 0.01% 以下となり、かわりに微量のりんが残ります。このため、りん脱酸銅は還元性雰囲気下でも水素ぜい化をおこしません。さらには軟化温度もやや高いので建材・エアコンなどに幅広く用いられています。その一方でりんは導電率を 85% 前後に低下させるので、非常に高い導電性を必要とする場合には適しません。ただしこの値は他の金属材料と比べればはるかにすぐれています。

無酸素銅

無酸素銅とは酸素も脱酸剤も含まない銅のことをいいますが、これは真空中または還元ガス雰囲気中で溶解鋳造を行うので純度の高い原料と高度な設備、技術を必要としま



圧延銅箔



建築内装

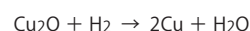


ウイスキー蒸溜釜

*導電率：20℃における単位長さ、単位断面積をもつ材料の電導度と標準軟銅のそれとの比を百分率で表したもの。導電率の算出は、標準軟銅の体積抵抗率を材料の体積抵抗率で割り、百分率で表す。追記（IACS（%））という。

$$\text{導電率 \%} = \frac{\text{標準軟銅の体積抵抗率 (1.7241 } \mu\Omega \text{ cm)} \times 100}{\text{材料の体積抵抗率}}$$

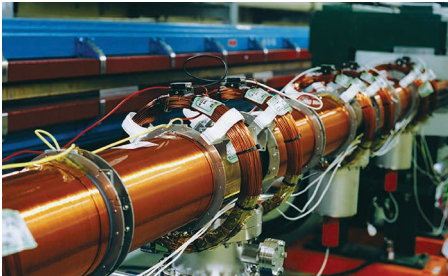
*水素ぜい化：酸素を多量に含む銅を、水素を含む還元気体中で 400℃ 以上に加熱すると、銅中の酸化銅が還元されて水蒸気を生じ、この圧力で銅の中に細かい亀裂が生じて脆くなる。これを水素ぜい化という。



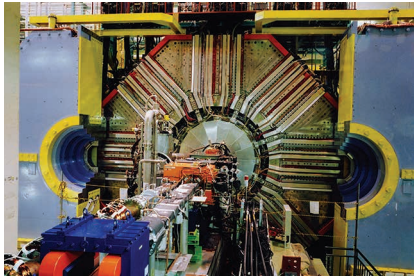
す。銅の含有率は 99.96% 以上で、その性質はタフピッチ銅とりん脱酸銅の長所をあわせもち、導電率は高く、水素ぜい化もなく、また常温での加工性も非常にすぐれているため、主に電子機器などに使用されています。



エアコン



粒子加速器粒子加速器内のビームパイプ



粒子加速器

表 1 各種銅の特長と用途

品 質	形 状	化学成分 (%)		特 長	用 途
		銅	その他		
タフピッチ銅 (C1100)	板 条 管 棒 線	99.90 以上	—	導電性・熱伝導性にすぐれ、 絞り加工性、耐食性、耐候性が良い	電気用、建築用、化学工業用、ガスケット、器物、 自動車用部品、機械部品、電気部品、小ねじ、くぎ、金網
りん脱酸銅 (C1201)			りん 0.004 ~ 0.015	導電性がやや劣るほかはタフピッチ 銅の特性をもつ	
りん脱酸銅 (C1220)			りん 0.015 ~ 0.040	導電性がやや劣るほかはタフピッチ 銅の特性をもち、さらに溶接性が良 く、水素ぜい化をおこさない	
無酸素銅 (C1020)	板条管棒	99.96 以上	—	導電性・熱伝導性、展延性にすぐれ、 溶接性、耐食性、耐候性が良い	電気用、化学工業用、熱交換器、給水・給湯

※ () 内は JIS の合金番号です。

黄銅

黄銅とは銅と亜鉛の合金をいいますが、真鍮（しんちゅう）とも呼ばれます。また銅の含有率が 97 ~ 78% のものはその色彩から特に丹銅といわれています。銅に亜鉛を添加すると、銅や亜鉛単体の金属にはないすぐれた性質をもつようになります。機械的性質は、銅の含有率によって図 3 のように変化します。銅含有率が 100% から 70% まで減少するに従って引張強さ、硬さが増すとともに伸びも増加していき、60% になると引張強さ、硬さは急激に増しますが、伸びは小さくなります。この範囲では圧延、展延性が良好なので容易に板、条、管、棒、線に加工され、いろいろな用途に用いられます。しかし銅含有率が 57% 未満になると硬くて脆くなるため鋳物として使用されます。

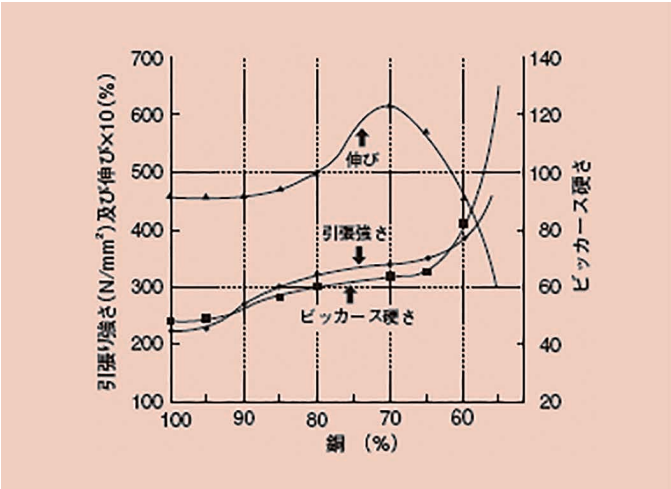


図 3 銅含有率と機械的性質の変化（軟質材）

表 2 主な黄銅の特長と用途

品 質		形 状	化学成分（％）		特 長	用 途
			銅	亜鉛		
丹 銅	C2100	板 条 管 棒 線	94.0 ～ 96.0	残	色調が美しく、展延絞り加工が非常に容易。耐食性もすぐれている	建築用、装身具、化粧品ケース、家具絞り加工用、ファスナー、葉きょう、製紙用金網、継手、装飾品
	C2200		89.0 ～ 91.0			
	C2300		84.0 ～ 86.0			
	C2400		78.5 ～ 81.5			
黄 銅	C2600		68.5 ～ 71.5		展延性、絞り加工性、めっき性が良い	自動車用ラジエータ、葉きょう、ばね、熱交換器、カーテン棒、衛生管、アンテナロッド、機器部品、精糖用、船舶用、機械部品、電気部品、びょう、小ねじ、ピン、かぎ針、ばね、金網
	C2680		64.0 ～ 68.0			自動車用ラジエータ、スナップボタン、カメラ、まほうびん、配線金具、スイッチ端子、カーテン棒、衛生管、アンテナロッド、機器部品
	C2720		62.0 ～ 64.0		展延性、絞り加工性が良い	金属雑貨、浅い絞りもの
	C2801		59.0 ～ 62.0		熱間加工が容易で鍛造用に適している。また引張強度が高く、展延性がある	配線器具部品、ネームプレート、計器板、スイッチ端子、一般板金用

※その他にも、60/40 黄銅系の成分に第 3 元素が添加された、特有の性質をもつ合金があります。

表 3 特有な性質をもつ黄銅の特長と用途

品 質	形 状	化学成分（％）			特 長	用 途
		銅	亜鉛	添加元素		
快削黄銅 C3560、C3561、C3710 C3713、C3601、C3602 C3603、C3604、C3605	板 線 条 棒	56.0 ～ 64.0	残	鉛 0.25 ～ 4.5	特に被削性にすぐれている。鉛 2％以下のものは熱間鍛造性も良い	時計部品、歯車、製紙用スクリーン、ボルト、ナット、小ねじ、スピンドル、バルブ、カメラ部品
耐脱亜鉛腐食黄銅 C3531	棒	59.0 ～ 64.0		鉛 1.0 ～ 4.0 鉄 0.8 以下 すず 2.3 以下	被削性及び耐脱亜鉛腐食性にすぐれ、展延性も良い	バルブ、水栓金具、継手、ステム
鉛レス快削黄銅 C6801、C6802、C6803 C6804、C6932	棒	57.0 ～ 78.0		ビスマス 0.5 ～ 4.0 すず 0.1 ～ 3.0 シリコン 2.7 ～ 3.4 鉛 0.01 以下 りん 0.2 以下	被削性にすぐれ、展延性も良い	ボルト、ナット、小ねじ、スピンドル、歯車、バルブ、ライター、時計、カメラ
ネーバル黄銅 C4621、C4622、C4640 C4641	板 棒	59.0 ～ 64.0		すず 0.5 ～ 1.5	耐食性、耐海水性が良い	熱交換器 及び 復水器用管板、船舶部品、空気冷却器管板、船舶海水取入口用、機械部品
高力黄銅 C6782、C6783	棒	55.0 ～ 60.5		アルミニウム 0.2 ～ 2.0 鉄 0.1 ～ 1.5 マンガン 0.5 ～ 3.0	強度が高く、熱間鍛造性、耐食性が良い	船舶用プロペラ軸、ポンプ軸

表 4 被削性の比較

品 質	純 銅	黄 銅 (6：4)	鉛入黄銅 (C3604)	ネーバル 黄銅	りん青銅
被削性指数	20	40	100	30	20



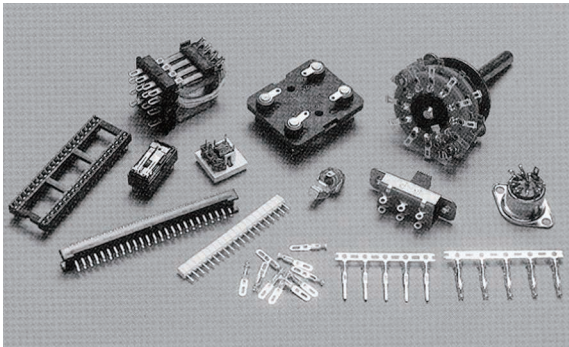
継手類



ドアノブ

りん青銅

りん青銅は銅に錫と少量のりんを加えた合金で、錫の量により一般用4種、ばね用りん青銅と快削りん青銅それぞれ一種、合計6種類あります。その主なものは表5のようになります。この合金は機械的な強さを持ち、ばね性・耐食性が良く、しかも磁性のなさが特長です。主に通信機、計器などに使用される高級ばねに用いられます。また細い線をつくることができ耐食性が良いので、製紙用などの耐食性を必要とする金網にも使われています。また機械的な強度が大きく耐摩耗性にすぐれているので歯車や軸受などにも使用されます。これらの性能は一般に錫10%程度までは錫の量が多いほど改善されます。



電子部品

表5 主なりん青銅の特長と用途

品 質		形 状	化学成分（％）					特 長	用 途
			す ず		り ん		銅		
ばね用りん青 C5210		板 条	7.0 ～ 9.0		0.03 ～ 0.35		残		電子・電気計測用のスイッチ、コネクタ、リレー
りん青銅	C5102	板条棒線	4.5 ～ 5.5		0.03 ～ 0.35		残	展延性、耐疲労性、耐食性（ばね性に適す）	電子・電気機器用ばね、スイッチ、IC リードフレーム、コネクタ、ダイヤフラム、ベロー、ヒューズクリップ、しゅう動片、軸受、ブッシュ、歯車、カム、継手、軸、小ねじ、ボルト、ナット、コイルばね、渦巻ばね、スナップボタン、電機/バインド用船、金網、ヘッダー材、ワッシャ
	3.5 ～ 4.5								
	5.5 ～ 7.0								
	7.0 ～ 9.0								
快削りん青銅（C5441）		棒	す ず	り ん	鉛	亜 鉛	銅	被削性、耐疲労性、耐食性、耐摩耗性	歯車、カム、継手、軸、軸受、小ねじ、ボルト、ナット、しゅう動部品、コネクタ
			3.0 ～ 4.5	0.01 ～ 0.50	3.5 ～ 4.5	1.5 ～ 4.5	残		

洋白

洋白は銅に亜鉛・ニッケル、少量のマンガン等を加えた銀白色の合金で、亜鉛とニッケルの量によって数種類にわけられます。銀白色の美しい色をもち、ばね性・耐食性にすぐれるため、服飾品・食器などに使われ、またりん青銅と同じく高級ばね材用に用いられます。耐食性が良く加工しやすい点を利用して、電気材料、精密機械の部品などにも使用されます。



500円硬貨

表6 主なりん洋白の特長と用途

品 質		形 状	化 学 成 分（％）					特 長	用 途
			ニッケル	銅	マンガン		亜 鉛		
ばね用洋白 C7701		板条棒線	16.5 ～ 19.5	54.0 ～ 58.0	0.5 以下		残	ばね性にすぐれ変色しない	電子・電気計測機器用のスイッチ、コネクタ、リレー、ダイヤフラム
洋 白	C7351	板 条	16.5 ～ 19.5	70.0 ～ 75.0					
	C7451	板条線	8.5 ～ 11.0	63.0 ～ 67.0					
	C7521	板条棒線	16.5 ～ 19.5	62.0 ～ 66.0					
			C7541	12.5 ～ 15.5					
快削洋白 C7941		棒	ニッケル	銅	マンガン	鉛	亜 鉛	色調が美しく被削性、耐食性が良い	小ねじ、ボルト、ナット、電気機器部品、楽器、医療機器、時計部品
			16.5 ～ 19.5	60.0 ～ 64.0	0.5 以下	0.8 ～ 1.8	残		

特殊銅合金

いろいろな合金が研究開発されて、銅合金の使用範囲を広げています。

耐食合金

耐食性を改良したいろいろな合金があります。これらの合金は船舶、発電所、化学工場、石油精製所など、蒸気を冷却したり廃ガスの熱を熱交換により回収したりする場合、材料の銅合金の腐食・エロージョン・孔食・脱亜鉛現象・応力腐食割れなどを防ぐため工夫されたものです。



ヨット船体

表 7 主な耐食合金

品 質	形 状	化学成分 (%)						用 途
アルミニウム青銅 C6140、C6161、C6191、 C6241、C6280、C6301	板 棒	アルミニウム	鉄	ニッケル	マンガン	銅		機械部品、化学工業用、 車両機械用、 船舶用のギヤーピニオン、 シャフト、ブッシュ
		6.0 ～ 12.0	1.5 ～ 6.0	0.5 ～ 7.0	0.5 ～ 2.0	残		
アドミラルティ黄銅 C4430	板 管	銅	アルミニウム	す ず	砒 素	その他	亜 鉛	火力・原子力発電用復水器、 船舶用復水器、給水加熱器、 蒸留器、油冷却器、 造水装置などの熱交換器用
		70.0 ～ 73.0	—	0.9 ～ 1.2	0.02 ～ 0.06	—	残	
復水器用黄銅 C6870、C6871、C6872	管	76.0 ～ 79.0	1.8 ～ 2.5	—	0.02 ～ 0.06	砒素、 ニッケル適量	残	
復水器用白銅 (キューロニッケル) C7060、C7100、 C7150、C7164	板 管	ニッケル		鉄		マンガン	銅	船舶用復水器、給水加熱器、 化学工業用、造水装置用
		9.0 ～ 33.0		0.4 ～ 2.3		0.2 ～ 2.5	残	

耐熱合金

金属は使用する温度が高くなればなるほど、しだいにその強度が低くなり、通常の銅では 150℃以上の温度では使用上問題が生じてきます。材料の使用条件が厳しくなると、高温でも強度が低下しない合金が必要になります。

たとえば、溶接機の電極棒・自動車のラジエータフィンなどは、その使用目的からいって導電率・熱伝導率が高く、その上高温でも軟化しない材料が必要になってきます。



溶接電極材

表8 主な耐熱合金の特長と用途

品 質	形 状	化学成分（％）		特 長	最高使用温度	用 途
すず入銅	条 線	す ず 0.15	残 銅	機械的強度と電気の導電率が高い	300℃	ラジエータフィン、その他
銀入銅	棒 線	銀 0.15～0.25		電気の導電率が高い	300℃	製流子片モーター巻線、電線、その他
クロム銅		クロム 0.25～1.0		高温時に耐磨耗性が大きい	420℃	溶接用電極材
ジルコン銅		ジルコニウム 0.2		高温で使用できる	450℃	コンミュテーターバー・電線、その他

高強度合金

高強度合金は、鋼材と同等の強さをもち、いろいろ特別な用途に用いることができます。いままで数々の合金が開発されましたが、主なものは表9のようなものです。これらはいずれも引張強さ 640N/mm² 以上を示し、炭素鋼ま

たは特殊鋼に匹敵する強度をもっています。そのうえ銅の耐食性、加工性、非磁性等を合わせもっているのです、きわめてすぐれた合金です。

これらの合金を使用すると機器を非常に小型化できるので、精密機械部品、マイクロスイッチ等に使用されます。

表9 主な高強度合金の特長と用途

品 質		形 状	化学成分（％）					引張強さ（N/mm ² ）		用 途
コルソン合金 （例）	C6473	条	ニッケル	シリコン	す ず	亜鉛	銅	590 以上	導電性にすぐれる	リードフレーム、端子、コネクタ
			3.2	0.7	1.25	0.3	残			
	C7025		ニッケル	シリコン	マグネシウム		銅	650 ～ 840	強度が高く、曲げ加工にすぐれる	端子、コネクタ、リードフレーム、ソケット、リレー
			3.0	0.65	0.15		残			
ベリリウム銅	C1700 C1720	板条棒線	ベリリウム		ニッケル及びコバルト		銅	時効材	高強度で曲げ加工性、耐疲労特性、耐食性にすぐれる高性能ばね材	コネクタ、マイクロスイッチ、ソケット、コイルばね、溶接用電極、航空機用軸受け
			1.6 ～ 2.0		0.2 以上		残	1030 ～ 1480（熱処理後）		
	ベリリウム		ニッケル		銅	ミルハードン材 640 ～ 1400				
	0.2 ～ 0.6		1.4 ～ 2.2		残	ミルハードン材 690 ～ 965				
	チタン銅		板棒線	チタン					銅	980 ～ 1,375（熱処理後）
4 ～ 8					残					

伸銅品の用途

建築物

銅は古くから建造物の屋根、樋などに最良の材料として使われてきました。これらに使用された銅板は、年月の経過とともに優雅な色沢をおび、数百年を経てもその寿命が尽きません。

近代建築のビルディング外装には銅、黄銅、丹銅板が使用されています。また玄関や内部の壁、手すり、階段の滑り止め金具、腰張り、目地、コーナービート、ドアの取っ手、エレベーターのドアなどにも黄銅・丹銅の板・棒・管などが使われ、黄金色の美しい輝きを放っています。また衛生器具の配管には黄銅管が、給水、給湯、暖冷房用の建築設備配管には銅管など数多くの伸銅品が使われています。東京駅丸の内駅舎、皇居宮殿、各地の記念館など、伸銅品の特性が発揮されたたくさんの建築物が街を彩っています。

通信・電子機器

めざましい情報化技術の発展とともに、伸銅品はさまざまな電子機器に使用されています。特に、高強度高温耐熱性、高導電性にすぐれた銅合金が開発され、半導体 IC、LSI のリードフレーム材・トランジスタなどとして活躍しています。また、プリント回路基板としても電子機器をはじめパソコン、テレビ、オーディオ機器・ゲーム機器などに使用されています。さらにルームエアコン、除湿機、空気清浄機、電気冷蔵庫、電子レンジなどの家庭電気製品の心臓部には必ずといっていいほど銅・黄銅の板・条・管・線が使用されています。これらの機器を動かす電力の原動力にあたる発電機、変圧器、配電盤などにも伸銅品は欠かせない材料です。

また電話機などの通信機器には、コネクタ、トランジスタキャップ、水晶発振子ケース・リレーなどにりん青銅、洋白が豊富に使用され、重要な役割を担っています。



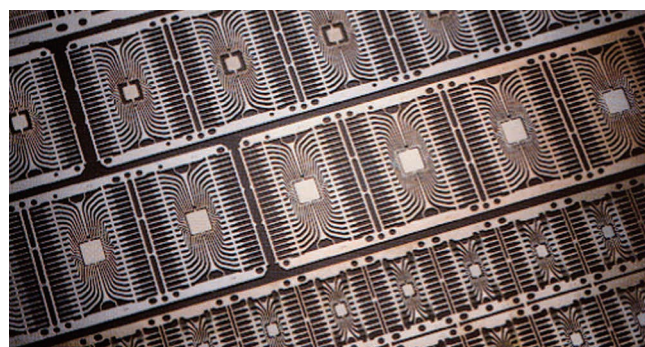
東京駅



御所



長谷木記念館



回路基板



LED

輸 送

新幹線車両をはじめとする電気車両や、乗用車、バス、トラック、二輪車などの部品は数千といわれ、電装部品を始めラジエータ、ガスケット、燃料装置、圧力調整装置など、その主要部品にさまざまな伸銅品が使用されています。

船舶には復水器用の銅合金管、タンカーの油圧配管に銅合金管が、また操舵軸、船尾管、防水隔壁、そのほか天窓、丸窓、レーダー、ライトなどに黄銅条、ネーバル黄銅板、アルミニウム青銅棒が海水に強いという特性から採用されています。

精 密 ・ 光 学 機 器

時計、カメラ、計測器、測量機などには、伸銅品が材料として随所に使われています。

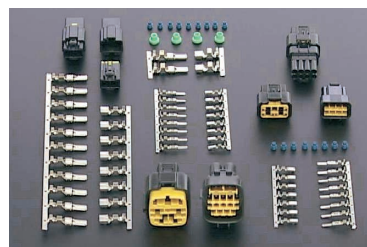
これは伸銅品の加工性、耐磨耗性のよさ、さらに磁性をおびないという特性が、精度を重要とする精密機器に適しているからです。

日 用 品 ・ そ の 他

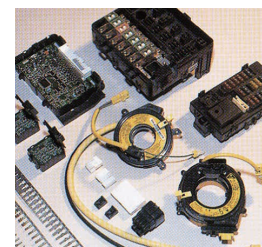
私たちの生活に身近に使われている、銅鍋などの調理道具、まほうびん、洋食器、ライター、時計バンドや文字盤、スライドファスナー、スナップ、装身具、口紅ケース、コンパクト、金属玩具、管楽器、照明機器、水栓金具、ポンベの口金、ビス、ボルト、ナットなどのネジ類など、数えあげればきりが無いほど、多くの日用品に伸銅品が使われています。最近では、銅の殺菌特性を利用した数多くの製品が私たちと深いかわりを持ち、暮らしを豊かにしています。



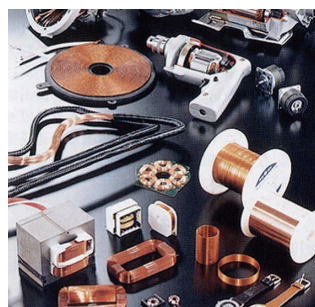
電気自動車



自動車用電子部品



自動車用電装部品



精密機器部品



時計部品



台所用品



銅繊維を織込んだ靴下



管楽器