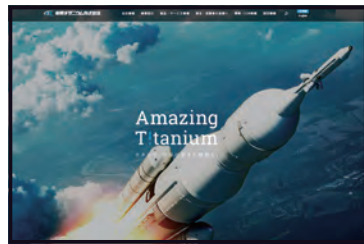


金属・チタンについて調べてみよう！

チタン関連のホームページ



◆東邦チタニウム(株)

〒220-0005
神奈川県横浜市西区南幸1-1-1
JR横浜タワー22階
<https://www.toho-titanium.co.jp>



◆(株)大阪チタニウムテクノロジーズ

〒660-8533
兵庫県尼崎市東浜町1番地
<https://www.osaka-ti.co.jp>

チタンの見学



◆日本チタン協会・展示室

お問い合わせ先：
〒101-0047
東京都千代田区内神田1-5-13(内神田TKビル)
TEL：03-3295-5958
<http://www.titan-japan.com>

その他の展示施設

◆国立科学博物館

〒110-8718
東京都台東区上野公園7-20
TEL：03-5777-8600
ハローダイヤル 050-5541-8600
<https://www.kahaku.go.jp/>

◆科学技術館 鉄鋼展示室

〒102-0091
東京都千代田区北の丸公園2-1
TEL：03-3212-8544
<http://www.jsf.or.jp/>

◆東北大学金属材料研究所 本多記念館 資料展示室

〒980-8577
宮城県仙台市青葉区片平2-1-1
東北大学金属材料研究所 情報企画室 広報班
TEL：022-215-2144
http://www.imr.tohoku.ac.jp/ja/public/lab_tour/

監修：新家 光雄(東北大学名誉教授 元金属材料研究所所長)

編集委員：薦田 敏(江戸川区立清新第一中学校校長)

編集協力：一般社団法人 日本チタン協会

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-5-13(内神田TKビル)

TEL：03-3295-5958／FAX：03-3293-6187

ホームページアドレス：<http://www.titan-japan.com>

発行：令和3年4月

発行所：株式会社 全教図

〒170-0012 東京都豊島区上池袋1-38-2

TEL.03-5974-6121

写真協力：一般社団法人日本アルミニウム協会，国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)，

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ，株式会社大林組，岡山市立オリент美術館，

国立研究開発法人海洋研究開発機構，春日市教育委員会，株式会社高純度化学研究所，

株式会社ジェアイエヌ，島根県立古代出雲歴史博物館，

公益財団法人燕三条地場産業振興センター，日本製鉄株式会社，一般社団法人日本チタン協会，

一般社団法人日本電線工業会，羽田再拡張D滑走路JV，ロイヤルスプーン

(敬称略，五十音順)

年 組 番 名前：

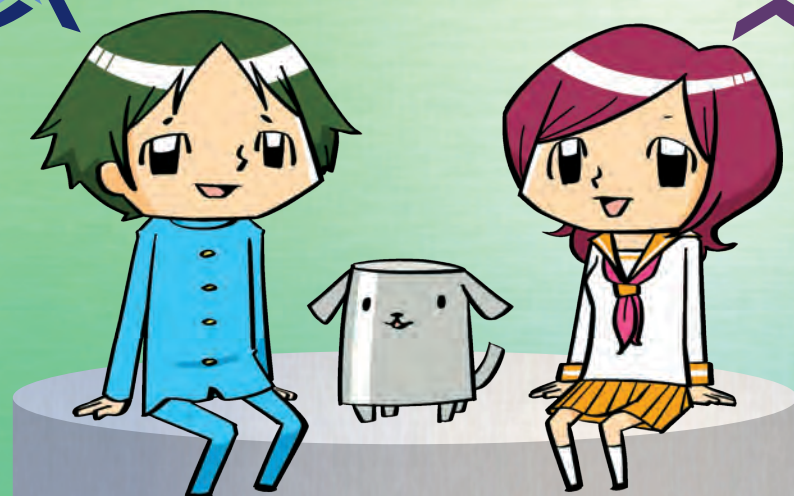
もくと知りたい、金属 チタニウム 世界

金属って
いろいろな種類が
あるね。

金，銀，銅，鉄，
アルミニウム，
チタン

どんなふう
に使われて
いるのだろう？

そもそも
金属って
ナニ？



1. 金属ってどんなもの？

私たちの身の周りにはさまざまな金属があります。

金属とはどのような性質を持った物質でしょうか？ 金属に共通した性質について見てみましょう。

ここにある
全部の性質を
備えたものだけが
金属よ。

なっとく〜〜

電気を通しやすい？

みがくと光る？

力を加えると変形する？

熱が伝わりやすい？



上の図のように豆電球と乾電池を導線でつなぎ、回路の間に調べたいものをはさんで豆電球がつくか調べよう。電流が流れたもの、電流が流れなかったものに分け、結果をまとめよう。

金属の性質① 金属は**電気を通しやすい**物質です。



スチール缶、アルミ缶の表面にぬられている塗料を紙やすりではがし、金属みがきを使って表面がなめらかになるまでみがこう。表面に金属特有のかがやきが見られるか、確かめよう。

金属の性質② 金属特有のかがやきのことを**金属光沢**といいます。



くぎをかなづちでたたいて、できるだけうすく広げてみよう。くぎのほか、針金やアルミニウム線でも試してみよう。

金属の性質③ 金属は**たたくと広がる**(展性)、**引っばるとのびる**(延性)性質を持っています。



湯の入ったビーカーに、割りばし、プラスチックの棒、金ぐし、銅線を同時に入れる。それぞれの温度や温まる速さのちがいを確かめよう。そのほかの金属の棒などでも試してみよう。

金属の性質④ 金属は**熱をよく伝える**物質です。

※えんぴつのしんなどの炭素は、光沢があり、電気をよく通す性質もあるが、たたくと折れることから金属とはいえない。

目次	
1. 金属ってどんなもの？	2
2. さまざまな金属とその性質	4
3. 人類と金属利用の歴史	6
4. 身近な金属を探してみよう	8
5. チタンってどんな金属？	10
6. チタンの道のり	12
7. こんなところにチタン!!	14

ピカピカクイズ

「金」へんのつく①～⑥の漢字と ①鎖 ②鍵 ③錆 ④鉄 ⑤釘 ⑥鐘 (答えは5ページ)

①～⑥の読みを正しく組み合わせてみよう。①くぎ ②くさり ③はさみ ④かね ⑤かぎ ⑥さび

2. さまざまな金属とその性質

地球上に存在する^{げんそ}元素は約110種類ありますが、そのおよそ8割は金属です。
ふだん意識することは少ないですが、私たちの生活も金属で成り立っています。
みなさんもよく知っているおもな金属の性質のちがいについて見てみましょう。



- ◆ 金色の光沢を持つ、高価な金属である。
- ◆ 金属の中でも密度が大きい。
- ◆ 延性・展性にすぐれており、1gで数平方メートルまでうすく延ばすことができる。
- ◆ 化学変化を起こしにくい金属なので、古くから貨幣や装飾品の材料として用いられてきた。
- ◆ 白く美しいかがやきを持っているので、各種工芸品や貨幣などに用いられる。
- ◆ もっとも電気や熱を伝えやすい金属である。
- ◆ 硫黄化合物をふくむ空気中では硫化銀が生成され黒ずんでくる。
- ◆ 銀イオンには強い殺菌作用があるため、抗菌製品に利用されている。
- ◆ もともとは赤い光沢を持った金属だが、さびると黒くなる。
- ◆ やわらかく延性・展性にすぐれている。
- ◆ 空気中で加熱すると黒色の酸化銅になる。二酸化炭素をふくむしめった空気中では緑青を生じる。
- ◆ 銅とスズの合金をブロンズ(青銅)、銅と亜鉛の合金をしんちゅう(黄銅)という。

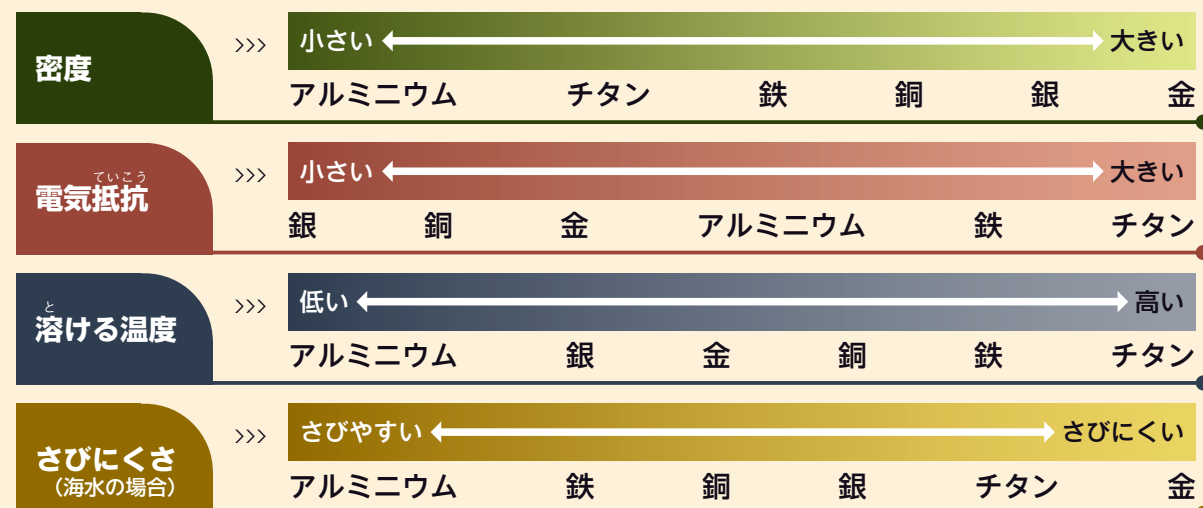
わたしたちの体の中にも金属がある？

わたしたちの体は、ほとんどが酸素や炭素からなる有機化合物で作られていますが、ごくわずかな量の金属元素もふくまれています。細胞の骨や歯を作るカルシウム、赤血球中のヘモグロビンにふくまれる鉄、カリウム、ナトリウム、亜鉛、銅、マグネシウムなど、それぞれは微量ですが、人間が生命を維持するために必要不可欠な元素です。
多すぎても少なすぎても健康に影響をおよぼす、重要なはたらきを担っています。

- ◆ もともとは灰白色の光沢を持った金属だが、空気中の酸素と結びついてさびやすいため、黒ずんだり(黒さび)、赤くなったり(赤さび)する。
- ◆ 鉄鋼は、鉄中の炭素分を調整したり、ほかの合金元素をまぜたりし、鉄の長所である強度、ねばり強さ、磁性などを人工的に高めたものである。
- ◆ 銀白色で密度が小さい金属である。
- ◆ 酸化されやすいため、酸にふれるとすぐに化学反応を起こす。表面を酸化させるとそれ以上酸化されにくいという性質を利用したのがアルマイト技術である。
- ◆ アルミニウムに銅などをまぜると、軽くて強いジュラルミンとよばれる合金になる。
- ◆ 銀灰色の光沢を持っている。
- ◆ 資源は豊富だが、精製と加工に時間や費用がかかるので高価である。そのためレアメタル(希少金属)に分類されている。
- ◆ 軽くて強いので、飛行機やロケットに利用されている。また、耐腐食性にすぐれているため、化学プラントなどでも利用されている。

※合金については8ページのコラムを参照。

6つの金属をくらべてみよう！



※純金属でくらべた場合

密度の求め方

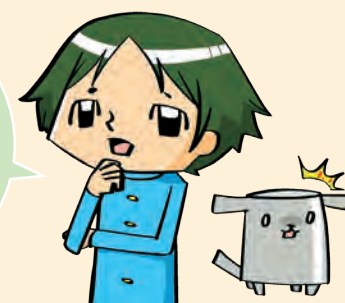
$$\frac{\text{物質の質量(g)}}{\text{物質の体積(cm}^3\text{)}} = \text{密度(g/cm}^3\text{)}$$

◆各金属の密度(20℃の値)

- 金：19.32g/cm³ ●鉄：7.87g/cm³
- 銀：10.50g/cm³ ●アルミニウム：2.70g/cm³
- 銅：8.96g/cm³ ●チタン：4.50g/cm³

出典：理化学辞典(岩波書店)

密度が小さいほど、同じ大きさでくらべると軽いんだね



密度が大きい金は、ほかの金属より重いわ

ピカピカクイズ

(答えは7ページ)

右の金属を、磁石につくものとつかないものに分けてみよう。

◎鉄 ◎アルミニウム ◎銅 ◎ニッケル ◎チタン

〈3ページの答え〉①鎖-⑥くさり、②鍵-⑥かぎ、③錆-①さび、④鉄-⑥はさみ、⑤釘-②くぎ、⑥鐘-④かね

3. 人類と金属利用の歴史

金属は私たち人類の文明発達に大きな役割を果たしてきました。
人類の歴史は金属利用の発展史といっても過言ではありません。
世界各地のさまざまな文明によって、金属はどのように利用されてきたのでしょうか？

文明を作った青銅器(紀元前4000年ごろ)

人類が初めて利用した金属は銅だといわれています。紀元前5000年ごろには銅を日常生活の道具や装飾品などに使用していました。

しかし純粋な銅は強度がなく、用途がかぎられていました。銅が道具や武器として人々の生活に取り入れられるようになったのは、より強度のある青銅(銅とスズの合金)がメソポタミアで発明されてからです。

同時に精錬・鑄造技術が大きく進歩し、金属と人類の文明が切っても切りはなせないものになったのです。



青銅製の水差し
(岡山市立オリエント美術館所蔵)

黄金と眠るツタンカーメン(紀元前1300年ごろ)

金は、人類に利用された最古の貴金属といわれています。古代より権力と富の象徴として、特別な金属として扱われてきました。

その中でも最も有名なのは、古代エジプト第18王朝のファラオ(王)ツタンカーメンの墓から発掘された数々の副葬品でしょう。黄金のマスクは重さ11kgの純度の高い金で作られ、ラピスラズリなどの宝石がちりばめられていました。

また、ミイラが納められていた棺には110kgの金が使用されており、当時の採掘技術を考えると大変な量です。



黄金のマスク

新しい金属で
仮面を作ってみたよ。



あ〜っ！
チタンカーメン!?



日本でも銀が採れた？(17世紀)

銀は、金とともに貨幣や装飾品として広く流通してきました。17世紀ごろの日本は東アジア随一の銀の採掘地域で、全盛期には世界の銀の生産量の約3分の1を日本で占めていたようです。

中でも島根県の石見銀山は、東アジアの伝統的な精錬技術である灰吹法で銀の生産を軌道に乗せ、良質な銀を大量に生産していました。

日本で生産された銀は東アジアを経由し、ヨーロッパ人との交易につながりました。



石見銀山の丁銀3点
(島根県立古代出雲歴史博物館所蔵)

ハイテク製品に欠かせないレアメタル(現代)

レアメタルとは、存在量が少なかったり、採掘や精製が困難なため大量生産できない金属のことを指します。

チタンやリチウム、マンガン、コバルト、ニッケル、ガリウム、ジルコニウム、プラチナなど多くの種類がありますが、携帯電話やパソコン、ゲーム機、電気自動車などの部品や合金の材料に使われており、今日では欠かせない金属となっています。



携帯電話

前4000年 前1500年 前1300年 紀元前 紀元後 6世紀 17世紀 19世紀 20世紀 現代

ヒッタイト人と鉄(紀元前1500年ごろ)

ヒッタイトは紀元前2000年ごろにアナトリア(現在のトルコ共和国)に流入してきた民族で、紀元前1400年ごろには大帝国を築き、勢力をふるった民族です。

ヒッタイトが繁栄した背景には高度な製鉄の技術があったといわれています。そのころはまだ世界に広まっていなかった製鉄技術を独占し、じょうぶな鉄の武器を手に勢力を広げました。

製鉄技術が世界に広まったのは、ヒッタイトが滅びた紀元前1200年以降のことといわれています。



戦車で戦うヒッタイトの戦士

日本の製鉄技術～たたら製鉄(6世紀後半)

たたら製鉄は、粘土で作った炉に木炭と原料の砂鉄を入れ、ふいごと呼ばれる送風機で風を送り木炭を燃焼させ、鉄を作る方法です。

6世紀後半に朝鮮半島から伝わり、時代とともに日本独自の進化をとげ、江戸時代には不純物の少ない良質な鋼を生産していました。

しかし、幕末になると外国から新しい技術が持ちこまれ、生産能力の低いたたら製鉄は大量生産の可能な洋式高炉に取って代わられるようになりました。



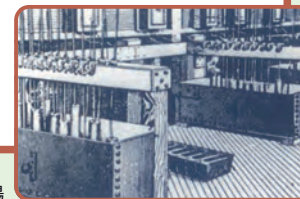
踏み鞆(日本山海名物図鑑)より

遅れて登場したアルミニウム(19世紀)

アルミニウムは地層に存在する元素の8%を占めています。しかし、酸素との結びつきが強く単体の金属として存在しないため、なかなか発見されませんでした。

アルミニウムが単体で分離されたのは1825年のことです。当時は貴重な金属として注目を集め、フランスのナポレオン三世も珍重していました。

その後の1888年、ボーキサイトから電気分解によってアルミニウムを精製する方法が確立し、大量生産が可能になり、幅広い用途に利用されるようになったのです。



昔のアルミニウム工場

さびない鋼「ステンレス」の誕生(20世紀初め)

鉄は強くてじょうぶな金属ですが、さびるという欠点があります。その欠点を克服するため、19世紀の中ごろから多くの科学者が研究や実験を重ね、さまざまな合金を作りました。

ついに20世紀初め、鉄にクロムを加えることでさびない鉄の合金が発明されました。それがステンレススチールです。

その後も鉄・クロムに加え、ニッケルをふくませるなど研究が重ねられ、今日ではさまざまな用途で使用されています。



ステンレスを発明したハリー・ブレアリー(イギリス)

金・銀・銅が
むかしから
使われて
いるのはなぜ？

人類が利用した初めての金属はなぜ銅だったのでしょうか？ その理由は鉱物からの取り出しやすさにあります。自然界に存在する金属は、酸化物や硫化物などの化合物で存在していることが多いのですが、酸素や硫黄との結びつきが弱ければ金属をらくに取り出せる一方、強ければ取り出すことがむずかしくなります。

つまり、かんたんに取り出せる金属ほど古くから利用されているといえます。

日本で鉄が作られるようになったのはいつごろから？

①紀元前10世紀 ②紀元前5世紀 ③紀元後5世紀

ピカピカアイズ

(答えは9ページ)

〈5ページの答え〉磁石につく金属：鉄、ニッケル／磁石につかない金属：アルミニウム、銅、チタン

4. 身近な金属を探してみよう

建物や自動車、電車、線路、橋、電線…。町の中ではあらゆるところに金属が使われています。それぞれの金属は用途に合わせ、その長所を活かした使われ方をしています。4～5ページで見た各金属の性質を思い出しながら、どのようなところで使われているのか見てみましょう。

強くてじょうぶ



東京スカイツリー(東京都)

鉄鋼：建物や橋、電車、自動車などさまざまなものの構造に欠かせない。



最新型ステンレス車両

ステンレス：さびにくく強度も強いので、電車の車両や自動車部品などに適している。



ジェット旅客機・ボーイング787

チタン：軽くてじょうぶなので、飛行機の機体やエンジンに利用されている。

さびにくい



システムキッチン

ステンレス：さびにくいので、屋外や水をあつかう場所や製品にも広く利用されている。



東京湾横断道路橋脚

チタン：海水中でもさびないので、海洋土木に適している。



金の地金

金：さびることなく、いつまでも色とかがやきがかわらないため、価値が変わらない。

加工しやすい



アルミサッシ

アルミニウム：金属の中では軽く、やわらかくて加工しやすい。さまざまな用途に利用されている。



銀の食器

銀：やわらかく加工しやすいので、古くから食器や工芸品などに用いられてきた。



真鍮のトランペット

銅：やわらかくかんたんに曲げのびができるので、立体的な加工に向いている。

美しく価値がある



金閣寺



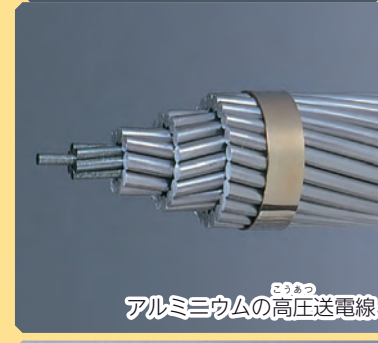
銀貨



弥生時代の銅鏡(銅製の鏡・レプリカ)
(春日市教育委員会所蔵)

金・銀・銅：古くから貴重な金属として、装飾品や貨幣などに用いられてきた。

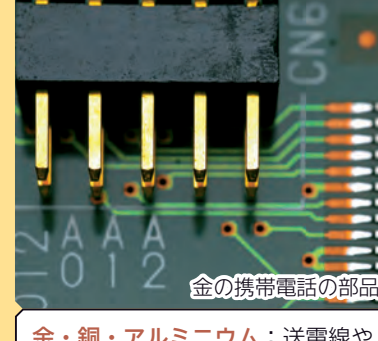
電気を通しやすい



アルミニウムの高圧送電線



銅のテレビ受信用同軸ケーブル



金の携帯電話の部品

金・銅・アルミニウム：送電線や電車の架線、電気器具の配線などに、金属の電気を通しやすい性質が利用されている。

機能を発揮



銅製の三角コーナー

銅：銅には殺菌作用があるため、菌の繁殖をおさえることができる。



チタンの眼鏡フレーム

チタン：金属アレルギーを起こしにくいことから、眼鏡のフレームなどに利用されている。

チタンなら
さびにくく、
いつまでも
ぴかぴかよ。



それに
より強く、
よりじょうぶに
なったよ。

合金って
なあに？

合金とは、ひとつの金属元素に、ほかの金属元素や非金属元素をまぜたものです。もとの金属にはない性質を加えたり、性質をより高めたりすることによって使いやすくして、品質を高めることができます。合金はわたしたちの身のまわりにもあふれています。十円玉は銅と亜鉛とスズ、五十円玉や百円玉は銅とニッケルの合金です。同じ金属の合金でも、目的や用途に合わせ、さびにくさを高めたり、強度を高めたりした合金を作ることができます。

ピカピカアイズ

(答えは11ページ)

- 東京タワーで使われている鉄鋼の量は約4200トン。では、
- 東京スカイツリーに使われている鉄鋼の量はどのくらい？ ①4000トン ②40000トン ③400000トン

〈7ページの答え〉③紀元後5世紀

5. チタンってどんな金属？

みなさんは「チタン」という名前からどんな金属をイメージしますか？ 強そう？ じゃぶそう？ 正解です。チタンはこのほかにも多くの長所を持った金属の一つです。ここではチタンの生いたちから、その性質について見てみましょう。

チタンはいつごろ見つかったの？

チタンを最初に見つけたのは、イギリスの聖職者で鉱物学者のグレゴリーであるといわれています。彼は、磁性のある黒色の砂の中に未知の元素を見つけました。メナカン海岸で発見したことから「メナカイト」と名付けられました。1790年のことです。しかし、この発見が世に知れわたることはありませんでした。

どうして「チタン」っていうの？

それから5年後の1795年、ドイツの科学者クラプロートの分析によって、金紅石（ルチル鉱）の中に特別な性質を持つ金属酸化物があることが新たにわかります。

その元素名は、ギリシャ神話のオリンポスの神々との戦いに敗れ地底に封じこめられていた「タイタン（Titan）」にちなんで「チタン」と名付けられました。



お～い！
どこに
いるんだよ～



還元して
あげるから
出ておいで～



チタンが世に出るまで

見当時はチタンの酸化物を鉱石から取り出しただけで、純粋なチタンを分離することはできませんでした。多くの科学者が研究を重ね、ようやく1910年にアメリカの化学者ハンターがチタンの抽出に成功し、初めて純粋な金属チタンが誕生したのです。

1946年にはルクセンブルグの冶金学者クロールがマグネシウムで還元する方法を開発し、工業生産が可能になりました。チタンが発見されてから実用化されるまで150年もの月日を要したのですね。

今ではオーストラリアやカナダ、南アフリカなど世界各地で採掘され、先端技術に欠かせない金属材料のひとつです。



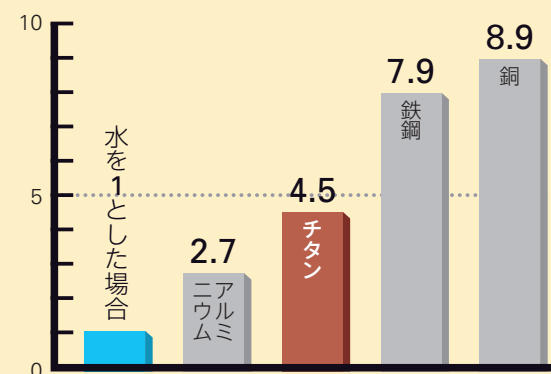
クロール博士

チタンの特長

チタンの特長をほかの金属とくらべて見てみましょう。

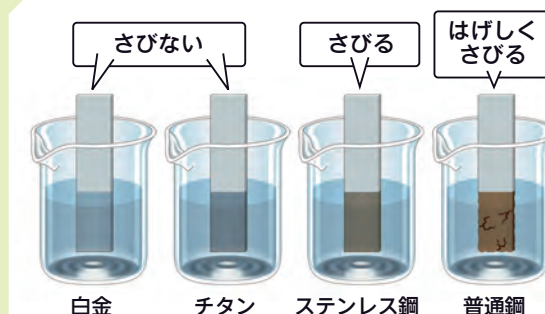
◎軽い

チタンの密度を水と比べた比重は4.5です。鉄鋼の約60%の軽さなので、構造材として利用する場合、約半分の重さですむことになります。だから、飛行機やロケットに使われています。



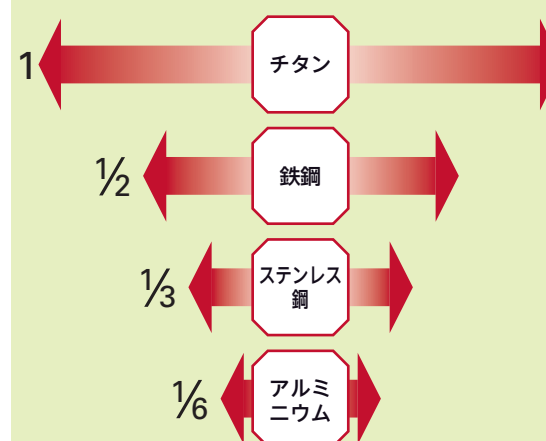
◎さびにくい

チタンは酸素との結びつきが強く、不動態とよばれる安定した薄い酸化被膜を作るので、腐食しにくい性質を持っています。特に、海水中では白金（プラチナ）と同じように、ほかの金属よりも腐食しにくく、プラチナよりずっと安いです。



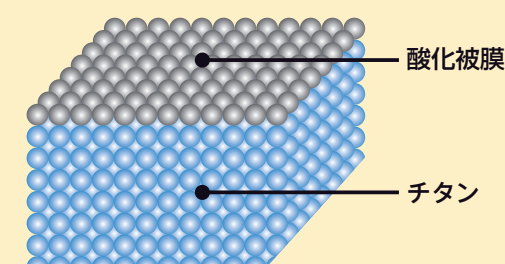
◎強い

比重は小さいのに強いので、重さあたりの強度（比強度）はアルミニウムの約6倍、鉄の約2倍です。特にチタン合金は実用化されている金属の中でも、最大級の比強度を持っています。



◎人体にやさしい

チタンは表面を酸化被膜でおおわれており、金属が生体組織に直接ふれることがありません。その酸化被膜は高い安定性を持ち、生体組織との親和性にもすぐれています。さらに、腐食しにくい性質から、イオンとなって溶け出しにくいので、体内にうめこんでも拒絶反応はほとんど見られません。アレルギーをおこしにくいのもこのためです。このようなことから、チタンは“人体にやさしい金属”といわれています。



地球は
金属で
できている？

地球はさまざまな元素からできた惑星です。ビッグバンによって誕生した宇宙が次々に元素を作りだし、やがて元素が集まってかたまりになり、地球などの惑星の原形ができました。地球の「核（コア）」とよばれる中心部は、おもに鉄などの金属でできています。わたしたちが利用している金属は、マントルの外側にある地球の表面（地殻）に存在するものだけです。チタンは、アルミ、鉄、マグネシウムに次いで4番目に多く存在する金属です。

ピカピカアイズ

金属は比重によって「軽金属」と「重金属」に分けることができる。右の金属を軽金属と重金属に分けてみよう。

・マグネシウム ・鉄 ・鉛 ・リチウム ・金 ・チタン

〈9ページの答え〉②40000トン

6. チタンの道

チタンは単体で自然界に存在しておらず、^{さん か ぶつ} 酸化物として^{こう せき} 鉱石の中にふくまれています。日本ではチタンを採掘していないので、海外から原料となるチタン鉱石（酸化チタン）を輸入しています。チタン鉱石からチタンを取り出し、製品になるまでの道のりを見てみましょう。



チタン原料の輸入先

日本ではインドやオーストラリア、カナダなどから、原料となるチタン鉱石（酸化チタン）を輸入している。



原料の酸化チタン
(イルメナイト)



海上輸送



スポンジチタン工場

酸化チタンは専用工場では^{かん げん} 塩化・還元され、金属チタンが作られる。

純チタン
(スポンジチタン)



金属チタンのかたまり
(チタンインゴット)

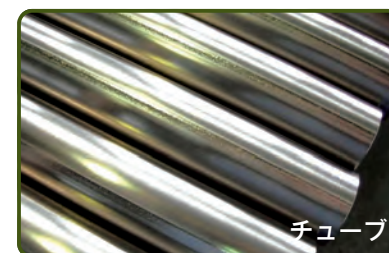
スポンジチタンを溶かして、金属チタンのかたまりにしたもの。合金にする場合は、この段階でほかの元素をいっしょにまぜて固める。



コイル



厚板



チューブ

さまざまな展伸材

利用用途や目的に合わせ、^{いた ざい} 板材や^{ぼう ざい} 棒材、^{じょう ざい} 条材、管など、さまざまな形状に加工される。

チタンの塩化・還元

【塩化】

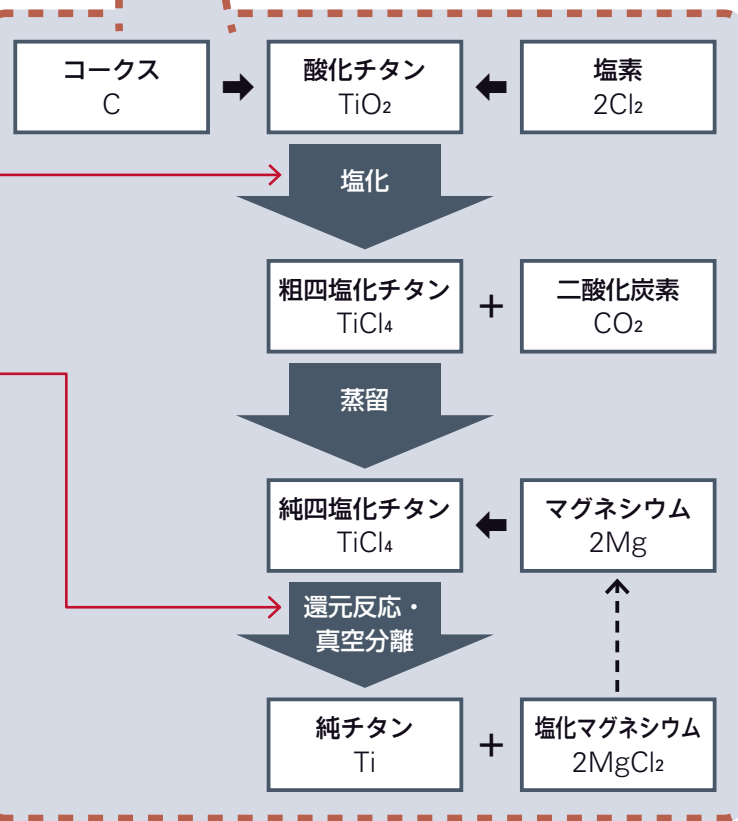
原料に塩素とコークス（炭素）を加え、^{し えん け} 1000℃以上の高温で四塩化チタンを作る。これを^{じょうりゅう} 蒸留し、不純物を取りのぞく。

【還元反応・真空分離】

マグネシウムの入った容器に液体の四塩化チタンを少しずつ落として化学反応を起こさせる。

次にチタンと塩化マグネシウムを^{しん けう} 真空状態で分離する。こうして作られた純チタンのかたまりは、やわらかくはないが細かい穴がたくさん空いているのでスポンジチタンという。

この方法は「マグネシウム還元法」、または考案者クロールの名前を取って「クロール法」とよばれている。



世界の役に
立っておいで～

金属を取り出す方法

多くの金属は、酸素と結びついた「酸化物」の状態、^{さいしゅ} 鉱物として採取されます。ここから金属を取り出すためには、金属より酸素と結びつきやすい炭素を加えて加熱します。すると酸化物の酸素が炭素と結びついて、二酸化炭素になって空気中に出て行き、金属が残ります。しかし、チタンは酸素との結びつきが大変強いので、炭素とまぜて加熱しても酸素を離しません。そこで、塩素を使っていったん塩化チタンをつくり、チタンより塩素と結びつきやすいマグネシウムを使って塩化マグネシウムを作ること、金属のチタンを取り出します。チタンを作ることは、他の金属にくらべ工程が複雑で、費用もかかります。

ピカピカアイズ

(答えは15ページ)

チタンの強度をより高めるために使われることの多い合金の材料は？

- ①銅 ②ナトリウム ③アルミニウム

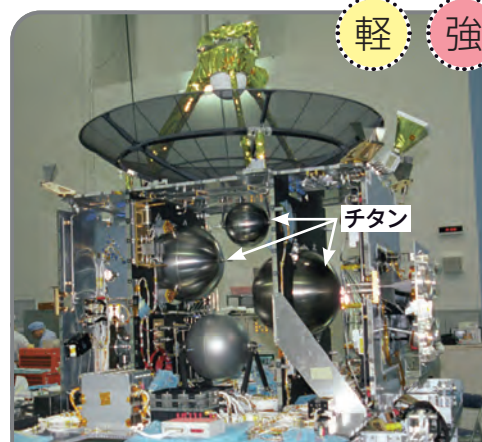
＜11ページの答え＞軽金属：マグネシウム、リチウム、チタン／重金属：鉄、鉛、金

1. こんなところにもチタン!!

チタンが最初に使われ始めたのは、航空機やロケットなどです。

現在では、製造技術の進歩とともに、多種多様な分野での活用が増えてきました。

チタンの特長がどのような場所で活かされているのか見てみましょう。



小惑星探査機「はやぶさ」
燃料タンクのほか、部品をつなぎ合わせる
大小500本のネジは、すべてチタン合金で作られていた。



火力発電所
タービンを回した蒸気を海水で冷やして
水にもどす復水器の冷却管に使用されている。



羽田空港のD滑走路
常に海水にさらされる
栈橋部の下面に、
チタンが張られている。



海水淡水化プラント
海水で腐食しないチタンは海水を真水に処理するプラントに適している。



化学プラント
耐腐食性に
すぐれているので、
薬品による腐食を
ふせていい。



飛行機のエンジン
軽くてじょうぶなので、
飛行機のエンジン部分に
利用されている。

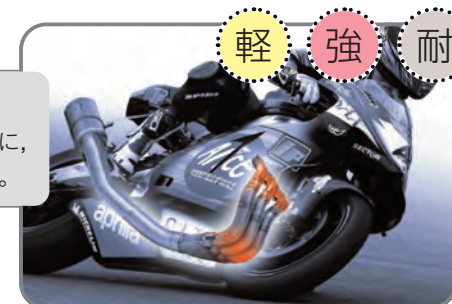
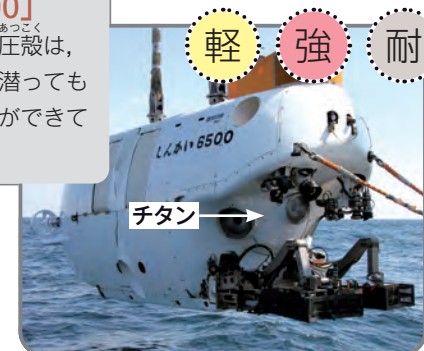
10～11ページで見たように、チタンには軽くて強い、さびにくい、人体にやさしい、などの特長があります。

（**軽**…軽い、**強**…強い、**耐**…耐腐食性がある、**優**…人体に優しい）



建築
浅草寺のかわらは、軽くて耐腐食性の高いチタンで
できているため、耐震性にもすぐれているのでいい。

有人潜水調査船「しんかい6500」
チタン合金製の耐圧殻は、
水深6,500mまで潜っても
水圧にたえることができて
いい。



オートバイ
耐腐食性が高い上に、
軽量化できていい。



時計
金属アレルギーを
起こしにくいので、
直接肌にふれるも
のにいい。



ゴルフクラブ
強くても軽いので、ヘッドを大きくすること
により、打ちやすいクラブになるのでいい。



人工骨・人工股関節
毒性が少なく、体内でイオンが
とけ出さないのいい。

**チタンの利用方法を
考えてみよう???** あなたなら、どんなところ、どんなもの、どんな用途にチタンを使ったらいいと
思いますか？ チタンの特性に合ったアイデアを考えてみましょう。

〈13ページの答え〉③アルミニウム

利点は
たくさんあるけど、
値段がほかの金属より
高いから使うところを
選ばないよね。



軽くて
じょうぶだから、
自転車のフレームや
登山用具に
いいかも？