

2018 年度 桐朋女子中学校 入学試験

## 論理的思考力 & 発想力入試

### 理数分野

#### 【注意】

- (1) 問題冊子が配られても、開いてはいけません。
- (2) 問題冊子は1ページから12ページまであります。
- (3) 「はじめなさい」と言われたら、まず、問題冊子の表紙と解答用紙2枚に、それぞれ受験番号と氏名を書きなさい。
- (4) 答えは、すべて解答用紙に書きなさい。
- (5) 問題冊子の余白は、計算や書きこみに利用してもかまいません。
- (6) 解答用紙の※印の空らんには、何も書いてはいけません。
- (7) 「やめなさい」と言われたら、すぐに筆記用具をおき、解答用紙も問題冊子も表を上にして、机の上におきなさい。
- (8) 試験時間は50分です。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

桐子<sup>きりこ</sup>さんは入部している理科クラブで、身の周りのものについて調べることにしました。これまで理科クラブであつかわれていない研究テーマをさがし、「金属」について研究することにしました。ちょうど、桐子さんのお母さんは金属製品を製造する会社で働いています。

## 1 道具として使われてきた金属

桐子：あらためて身の周りにあるものを見てみると、金属でできたものがたくさんあるよね。スプーンやフォークなどの食器、ほう丁やなべなどの調理器具、ネジや車輪のような部品としても使われているね。

母：金属は今の私たちの生活にとってなくてはならない「素材」になっているわね。

桐子：人間が最初につくった道具は「石器」だから、金属を使ったのはその後だよ。

母：石は硬い<sup>かた</sup>から、切る・けずる・突く<sup>つ</sup>といった作業のために利用されたけれど、その反面、自由な形に加工しにくいわね。金属も硬いけれど、力をかけて引っ張ると延びて細長くなる性質や、たたくと平たくなる性質があるから、様々な形に変えることができるの。

桐子：金属の形を変えるには、他にも方法があるよね。金属をとかして型に入れて、目的の形にしているのを見たことがあるわ。奈良の大仏もその方法でつくったと聞いたよ。

著作権上の問題で掲載できません。  
実際の問題では、鍛冶屋が鋼をたたいて、刀に成形している絵を紹介しました。

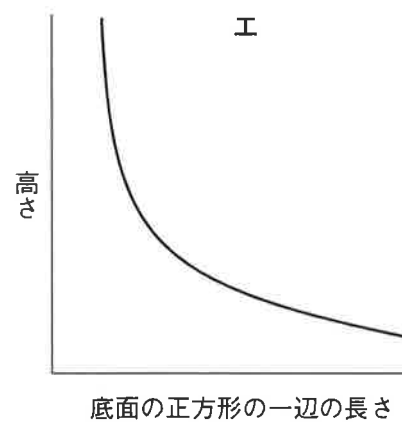
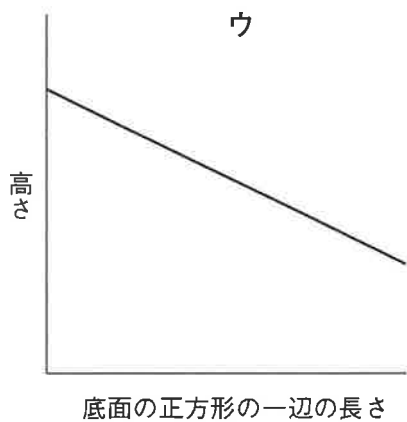
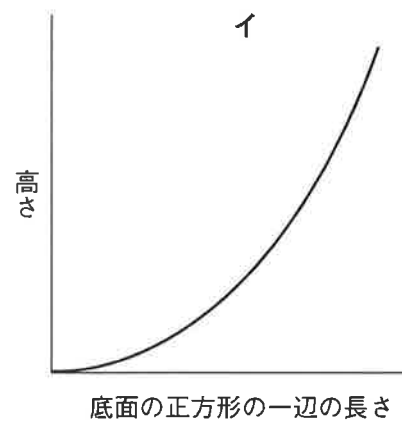
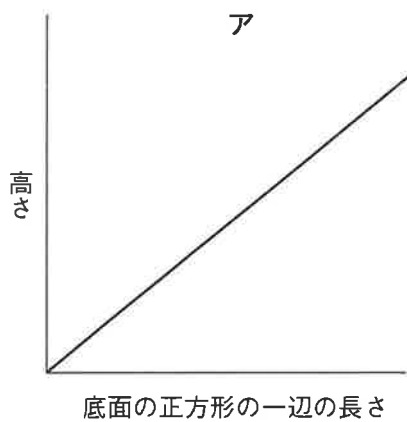


図1. 金属をたたいて形を変える方法

写真1. 金属をとかして型に入れて形を変える方法

〔問題 1〕

- (1) 体積が  $1620\text{cm}^3$  の金属をとかして型に入れ、高さが  $20\text{cm}$  の直方体をつくります。この直方体の底面が正方形であるとき、この正方形の一辺の長さは何  $\text{cm}$  ですか。
- (2) 同じ体積の金属をとかして、底面が正方形である直方体をつくる場合、できる直方体の高さ<sup>①</sup>と底面の正方形の一辺の長さ<sup>②</sup>の関係をグラフにしたものとして適切なものは、次のア～エのどれですか。記号で答えなさい。



母：人間が最初に利用した金属は「銅」で、今から9000年くらい前だそうよ。でも、銅がとける温度(融点)は1085℃と高いから、当時の技術では銅をとかすことはできなかったの。それに、石ほど硬くはないから、装飾品としてしか使われなかったようね。

桐子：「銅鐸」や「銅矛」というのも、銅を使ったものね。

母：それは、銅とはちがって、「青銅」とよばれるものを使ってつくられたもので、10円玉も青銅でできているのよ。

桐子：銅と青銅は何がちがうの？

母：青銅は、銅に錫という金属を混ぜたものなの。青銅のようにちがう種類の金属同士を混ぜ合わせたものを「合金」といって、元の金属と性質が変わるのよ。銅に錫を混ぜて青銅にすると、このグラフのように硬さや融点が変わるのよ。



写真2. 銅鐸と銅矛

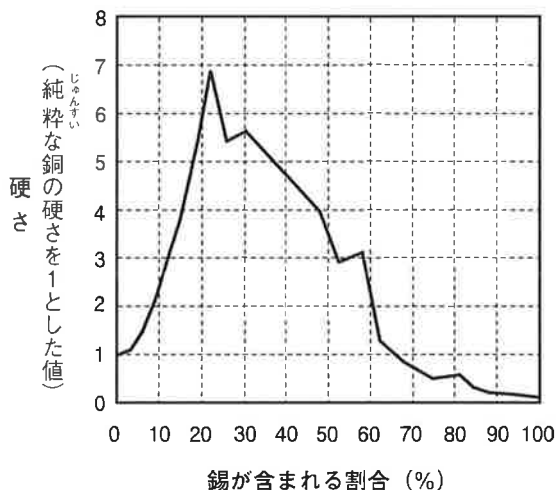


図2. 青銅に錫が含まれる割合と青銅の硬さ

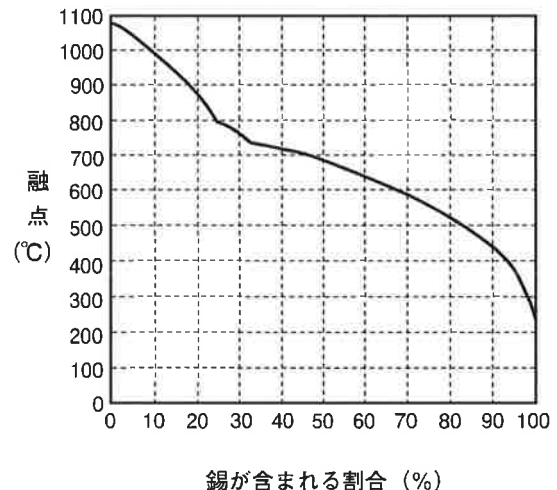


図3. 青銅に錫が含まれる割合と青銅の融点

[問題2]

(1) 青銅は、銅に錫を10数%~50%ほど混ぜてつくります。その理由について、上の図2と図3のグラフからわかることは次のア~オのどれですか。2つ選んで記号で答えなさい。

- ア 融点が低くなるので、とかして加工しやすくなるため。
- イ さびにくくなるので、長持ちするようになるため。
- ウ 混ぜる錫の量によって色が変わるので、見た目がきれいになるため。
- エ 硬くなるので、丈夫になるため。
- オ やわらかくなるので、自由に形を変えて加工しやすくなるため。

(2) 錫が30%含まれる青銅を500gつくるとき、必要な銅と錫はそれぞれ何gですか。

桐子：今の私たちの生活に最もたくさん使われている「鉄」はいつ頃から使われたのかな。

母：鉄が使われるようになったのは、銅より 5000 年くらい後だと言われているわ。鉄の融点は 1538℃で、銅よりさらにとかすのが難しいけれど、硬くて強度があるから、武器や農具として利用されたのよ。

桐子：でも、そんなに鉄の融点が高いのに、どうやって鉄を加工したのかな？

母：実は当時、燃料に木炭（木を蒸し焼きにして炭にしたもの）を使っていたから、鉄をとかすほどの高温にはできなかつたの。でも、銅に錫を混ぜたときと同じように、鉄も炭素を少量混ぜることで加工できるようにしたのよ。

その後、今から 800 年くらい前、つまり 1200 年頃には、技術が進んで高温にして鉄をとかすことができるようになったの。ところが、製鉄が拡大すると、大量の木炭が必要となって大きな問題が生じるようにもなったのよ。

その後、イギリスでは 1700 年代後半の産業革命の時期に、燃料を木炭からコークス（石炭を蒸し焼きにしたもの）に転換させたことで、その問題を乗り越えて、1800 年代後半からは、鉄の大量生産の時代がはじまったのよ。



写真3. 鉄でできたかぶと・よろいと剣

甲冑：大阪大学総合学術博物館蔵

剣：埼玉県さいたま史跡の博物館蔵

### 〔問題3〕

大量の木炭を使って製鉄をしていた時代には、どのような問題が起きたと考えられますか。

### 〔問題4〕

日本では、明治時代以降になると、建築の主な部分に金属が使われるようになりました。写真4は、広島<sup>ひろしま</sup>の原爆ドームとして知られる建物です。この建物の丸い屋根は、骨組みが鉄製で、屋根そのものは、うすい銅板で作られていましたが、原爆（原子爆弾<sup>ばくだん</sup>）によって骨組みだけが残りました。それはなぜだと考えられますか。



写真4. 広島<sup>ひろしま</sup>の原爆ドーム

## 2 金属素材の問題点

母：金属には欠点もあるのよ。例えば、最も多く利用されている鉄はしばらくすると……。

桐子：さびちゃう！でも、「さび」って何？

母：それはね…。鉄が空気中の酸素と結びつくのが主な原因なんだけれど、どういうときに鉄はさびやすいかを考えてごらん。

桐子：鉄に水がついてぬらしたままにしておくとすぐさびるよね。

母：そう、水がついているとその水と鉄が反応して、鉄が性質のちがう物質に変化してしまうの。これを化学変化といって、その結果、鉄が別の物質に変化したものが「さび」なのよ。さびることを「ふしよく腐食」とも言うわ。鉄の表面に水分がついていると、鉄と酸素がより結びつきやすくなる、つまり腐食が起こりやすくなるのよ。

桐子：そういえば、私の自転車も雨にぬらしたままにしてあったから、さびてしまったのね。

母：鉄は空気中の水分によってもさびるのよ。さびについて、この本で調べてみたらどうかしら。

⋮

桐子：この本には、空気中の水分の量、つまり湿度しつどによってさびの進む速さがどう変わるのか、くわしく書かれているね。それから、気温によってもさびの進む速さがちがうんだね。

表1. 湿度とさびの進む速さの関係

湿度 (%)	40 ~ 50 以上 未満	50 ~ 60 以上 未満	60 ~ 70 以上 未満	70 ~ 80 以上 未満	80 ~ 90 以上 未満	90 ~ 100 以上
倍率	0.03	0.17	0.53	0.78	0.93	1

※ここでいう倍率とは、90~100%のときを1とした値

表2. 気温とさびの進む速さの関係

気温 (°C)	5 ~ 10 未満	10 ~ 15 以上 未満	15 ~ 20 以上 未満	20 ~ 25 以上 未満	25 ~ 30 以上 未満	30 ~ 35 以上 未満	35 ~ 40 以上 未満
倍率	1	1.4	2	2.8	4		8

※ここでいう倍率とは、5~10°Cのときを1とした値

### 〔問題5〕

- (1) 表1の湿度とさびの進む速さの関係から、湿度が60%未満のときのさびについて、どのようなことがいえますか。
- (2) 表2の気温とさびの進む速さの関係で、気温が30~35°Cのときの値あたはいくらくと考えられますか。

桐子：この本には、「空気中に置かれた鉄がさびる原因には、気象によるものと汚染物質によるものがある」って書いてあるわ。「気象によるもの」というのは、主に湿度や気温によるちがいのことだよね。でも、「汚染物質によるもの」ってどういうことだろう。

母：それはね、水に何かが溶けて水溶液になったものが鉄につくと、よりさびやすくなるのよ。

桐子：そういえば、銅像が (A) の影響でとけたり、変色していたりする写真を見たことがあるわ。そうか、これが汚染物質によって金属の腐食が進むということなのね。



写真5. 変色した銅像

それから、この地図（図4）を見ると、日本の各地でさびが進みやすい地域と進みにくい地域があるんだね。

母：(B) なぜ地域によってちがいがあのか、調べたことをもとに考えてみるといいわね。

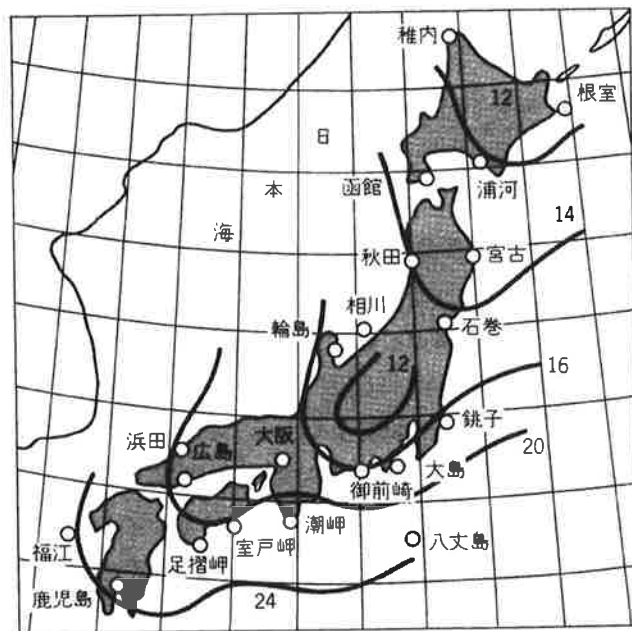


図4. 鉄の腐食が進む度合い

※ 数値が大きいほど腐食が進むことを表す

〔問題6〕

- (1) 桐子さんの会話の (A) に適する語句を書きなさい。
- (2) (B) にあるように、図4の地図に示されたような地域による腐食の進み方のちがいはどうして起こるのでしょうか。30字以内で書きなさい。

### 3 私たちの生活を支える鉄

母：鉄には、腐食するという問題点があるけれど、実は使われている金属素材全体の95%が鉄なのよ。なぜなら、鉄の原料となる鉄鉱石は希少な金属とちがって、大量に①世界中から産出されるので利用しやすいからなのよ。

桐子：金や銀は産出量が少ないと聞いたことがあるけれど、鉄鉱石はそんなにたくさん産出されているんだね。

母：それから、鉄は腐食しやすいので、酸素と結びついた「酸化鉄」という形で産出されるのだけれど、この酸化鉄から酸素を取り除いて鉄にもどすのが案外簡単なのよ。

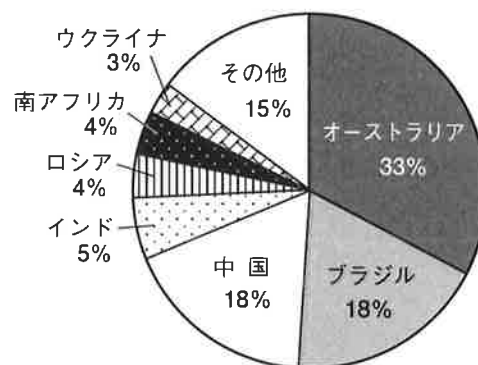


図5. 鉄鉱石の産出国の割合 (2014年)

(出典：世界国勢図会 2017/18)

桐子：どうやって酸素を取り除くのかな？

母：鉄鉱石を高温にしてとくすために、コークスを使うことはさっき説明したわね。実は、コークスは燃えて高温になるだけでなく、酸化鉄から酸素をうばって、鉄にもどす働きもするのよ。

桐子：そうか、※ものが燃えるためには酸素が必要だから、酸化鉄の酸素を利用してコークスは燃えているということね。

母：そして、鉄に少量の別の物質を混ぜることで、鉄はさまざまな性質をもつようになるのよ。たとえば、鋼鉄は少量の炭素を混ぜたものだけれど、そのことで非常に強く、硬くなるから、②その性質を利用してさまざまところに使われているわね。

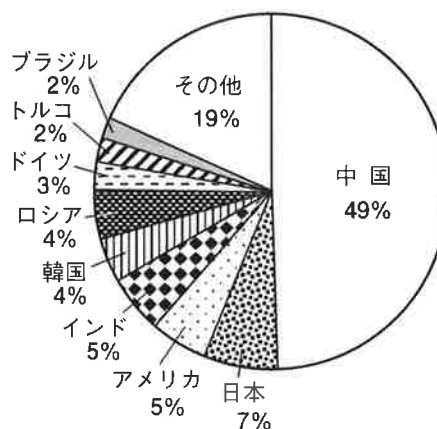


図6. 鋼鉄の生産国の割合 (2014年)

(出典：世界国勢図会 2017/18)

桐子：人は鉄を使って武器をつくり、戦争がはげしくなっていたと聞いたことがあるわ。ところで、鉄の腐食はどうやって防いでいるのかな。

母：たとえば、建物などでは、③強くて硬い鉄を骨組みのようにして、コンクリートの中に入れる方法をとったりしているわ。



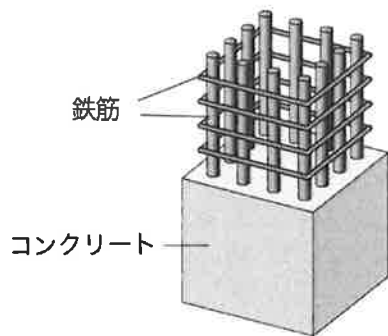


図7. 鉄筋コンクリートの構造

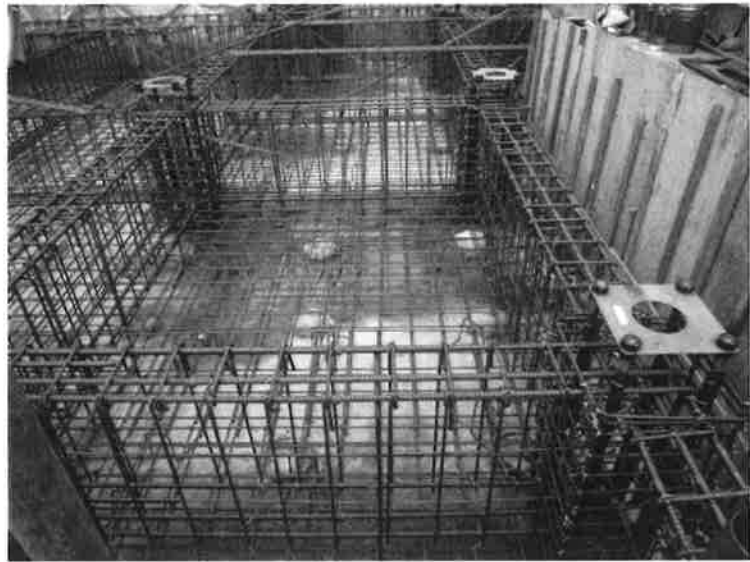


写真6. コンクリートを流し込む前の鉄筋

〔問題7〕

- (1) 桐子さんとお母さんの会話の中で、下線部①では鉄の原料となる鉄鉱石が「世界中から産出される」とありますが、**図5**のグラフを見ると、上位7カ国でその多くを産出していることがわかります。この7カ国だけで全体の約何%を産出していますか。
- (2) **図5**、**図6**のグラフから日本についてわかることは何ですか。
- (3) 下線部②で、鋼鉄の強くて硬い性質を利用して、私たちの生活の中ではどのようなところに鋼鉄が使われていますか。その例を2つあげなさい。
- (4) 下線部③で、鉄を骨組みのようにしてコンクリートの中に入れると、なぜ腐食を防ぐことができるのですか。
- (5) 下線部※で、「ものが燃えるためには酸素が必要」とありますが、燃えた後にはある気体が発生します。その気体とは何ですか。また、その気体が大量に発生することによってどのような問題が起こっていますか。

## 4 金属と電気

桐子：金属は電気をよく通すから電気器具にも使われていると、小学校で勉強したよ。今の私たちの生活は電気に支えられているし、金属は本当になくってはならない素材なんだね。

母：もちろん、金属素材はなくてはならないものだけれど、電気を流すためにもうひとつ必要なものは何かしら。

桐子：電池が必要だよ。でも、多くの電気器具は電池を使わずに、コードのプラグをコンセントにつないでいるね。電池とコンセントは同じ役割をしているのかな？

母：電池もコンセントも、電気を流すためのエネルギーを回路にあてる役割をしているのよ。そのエネルギーのことを「電圧」というわ。

桐子：ということは、電池に書かれている「1.5V」の「V (ボルト)」というのは、電圧の単位なのかな。

母：その通り！ 多くの電気器具を動かすには、電池の電圧ではエネルギーが足りないから、コンセントにつないで使うのよ。家庭用のコンセントの電圧は100Vもあるのよ。ところで電圧と電流の関係はどうなっているかというところ…。

桐子：待って、何でも教えてもらったなら研究にならないから、学校で実験をしてみるわ。

### 〔問題8〕

桐子さんは、電熱線にかけた電圧を変えると、それにとまって流れる電流がどのように変わるかを実験したところ、下の表のような結果が得られました。

表3. 電熱線にかけた電圧と流れた電流

電圧 [V]	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
電流 [mA]	7.6	14.5	22.3	27.3	37.4	44.9



写真7. 電熱線

※ 電熱線は、電気を流すことによって熱が発生し、この熱を利用する電気器具に使用されています。例えば、トースターやドライヤーなどです。ただし、この実験ではあまり大きな電圧をかけていないので、ほとんど熱は発生しません。

- (1) この測定結果をグラフに表しなさい。
- (2) 表の測定値で、誤差が大きいのは電圧がいくらのときですか。  
※ 様々な原因によって、実験した値に生じたずれを誤差といいます。
- (3) グラフより、電圧と電流にはどのような関係があるといえますか。

母：それから、電気器具には、「規格」というのがあって、その電気器具に表示されているから、それにも注目するといいわ。

桐子：なるほど…。パソコンなどをつなぐ電源タップに「〇〇A」という表示があるけれど、これはどういう意味かな？

母：それはね、「定格電流」といって、「この電気器具には、〇〇Aをこえる電流を流すことはできません」という意味よ。導線（金属）に電流を流すと熱が発生して、流した電流が大きいほど熱もたくさん発生するから、定格電流をこえる電流を流すと発生した熱で燃える危険があるのよ。

桐子：そういえば、ホットプレートを使っているとき、導線がすごく熱くなっていたわ！

母：しかも、熱が発生するにしたがって電流が流れにくくなってしまいうから、大きな電流を流そうとすると、ますます高い電圧をかける必要があるの。



写真8. 電源タップ

〔問題9〕

次に、電熱線を豆電球に変えて同様の実験をすると、別紙の図8のグラフのようになりました。

- (1) 電圧が1.7Vのとき、流れる電流は何mAですか。また、それは何Aですか。
- (2) グラフは電熱線のときのものとどのようにちがっていますか。また、ちがいが生じる理由は何ですか。



写真9. 豆電球

## 5 現代社会を支える様々な金属素材

母：今では、アルミニウムやマグネシウム、チタンなど、さまざまな種類の金属素材が製造されているわね。その中でも最も身近なアルミニウムには、どんな特徴があるかしら？

桐子：金属なのにすごく軽い！

母：そうね、それから腐食しにくいという特徴もあるのよ。

桐子：1円玉はアルミニウムでできているんだよね。確かに、さびている1円玉なんて見たことないな。

母：それから、アルミニウムに銅とマグネシウムを混ぜてできる合金はジュラルミンといって、鋼鉄のような強度をもつようになるの。その軽くて丈夫で強いという特徴から、飛行機に利用されたりもしているのよ。

桐子：そうか、飛行機にはそんな特殊な金属が使われているんだね。

母：腐食しやすい鉄も、クロムやニッケルとよばれる金属を混ぜて合金にすることで腐食しにくくなるのよ。それがステンレス。スプーンやフォークなどはステンレス製の代表ね。他にも、さまざまな合金が開発されて、生活の中で使われる金属の種類が増えているわ。

桐子：でも、なんでそんなにたくさんの種類の金属を開発する必要があるの？

母：「適材適所」ということよ。

著作権上の問題で掲載できません。  
実際の問題では、飛行機が飛んでいる写真を紹介しました。

写真 10. 飛行機



写真 11. スプーンとフォーク

表 4. 各種金属の性質 ※ 硬さと電気の流れやすさは、銅を基準として比較した値

	硬 さ	みつど 密度 (g/cm <sup>3</sup> )	融 点 (°C)	電気の 流れやすさ	たいしょく 耐 食 性	コ ス ト
金	0.57	19.3	1064	0.74	◎	高
鉄	4.3	7.9	1538	0.04	△	低
銅	1	8.9	1085	1	○	中
アルミニウム	0.56	2.7	660	0.61	○	中
マグネシウム	0.56	1.7	650	0.30	△	中
チタン	2.6	4.5	1668	0.02	◎	高

密度…1 cm<sup>3</sup>あたりの重さ      耐食性…腐食に耐える性能      コスト…製造にかかる費用

### 〔問題 10〕

さまざまな種類の金属素材の特徴と「適材適所」を考えると、チタンはどのようなもの  
に利用したらよいと思いますか。表 4 を参考にして理由も書きなさい。

桐子：そういえば、最近、ニュースや新聞で「レアメタル」という言葉をよく聞くけれど、「メタル」は金属のことだよ。レアメタルって何かしら？

母：「レア」というのは生産量が少ないということよ。レアメタルには、チタンやマンガン、コバルト、ニッケルなどさまざまな金属があるわ。

桐子：それじゃ、金やプラチナもレアメタルなのかな？

母：それはちがうの。金やプラチナは貴金属とって、埋蔵量まいざうが少ない上に、非常にさびにくくて、いつまでもピカピカ光っていてきれいだから、宝飾品に使われて高値で取引されているの。でも、レアメタルはそこまで埋蔵量が少ないわけではなくて…。

桐子：それなのにレア？

母：レアメタルの主な特徴は次の通りよ。なぜ、今、レアメタルが注目されているか、今回の研究テーマ「金属」のまとめとして、考えてみたらどうかしら？

#### レアメタルの主な特徴

- ・ 埋蔵量が比較的少なく、純粋な金属として取り出すことが技術的に難しいため、製造コストが高い。
- ・ かつては特定の産業でしか用いられなかったが、今では他の金属に少量混ぜて合金に利用されたり、電子素材などに使われるようになり、多くの工業分野でなくてはならないものとなった。

#### 〔問題 11〕

レアメタルは、捨てられた携帯電話けいたいや家電製品など廃棄物はいきぶつからリサイクルも行われています。これらの廃棄物は、新たな資源供給源として「都市鉱山」と呼ばれています。都市鉱山と呼ばれる理由を説明しなさい。

桐子：金属について色々わかって、ますます興味が出てきたわ。ありがとう、お母さん。

母：いい研究になりそうね。楽しみにしているわ。