

2024 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 13 ページまであります。
- (3) 「はじめてください」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) 問題冊子の余白は、計算や書きこみに使用してもかまいません。
- (5) 答えはすべて解答用紙に書きなさい。
- (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) 「やめてください」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 分間です。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

1 液体を冷やす

先生：昨年の夏は暑かったですね。桐子さんはどんな対策をしていましたか？

桐子：外出するときは、ペットボトルに入れた水やジュースをこおらせて持ち歩きました。でも、ペットボトルのラベルをよく見ると、「こおらせないでください」という注意書きがありました。

先生：よく気が付きましたね。桐子さんは授業で水が氷になるときの温度の変化を観察した実験を覚えていますか？

桐子：覚えています。ちょうどその実験の記録をしたノートを持っています。

実験 1

【目的】

水が氷になるときの様子を観察し、温度の変化を記録する

【手順】

- ① 水 100 g と食塩 100 g をビーカーに入れてよく混ぜる。
- ② 別のビーカーに氷を入れ、そこに①を入れる(図 1)。
- ③ 同じ量の水を入れた 2 本の試験管 (A・B) を用意する。試験管 A は水面の位置に印をつけ、試験管 B は温度計を入れる。
- ④ 試験管 A と B を②のビーカーに入れて冷やす(図 2)。
- ⑤ 1 分ごとに水の温度を測定して記録する。

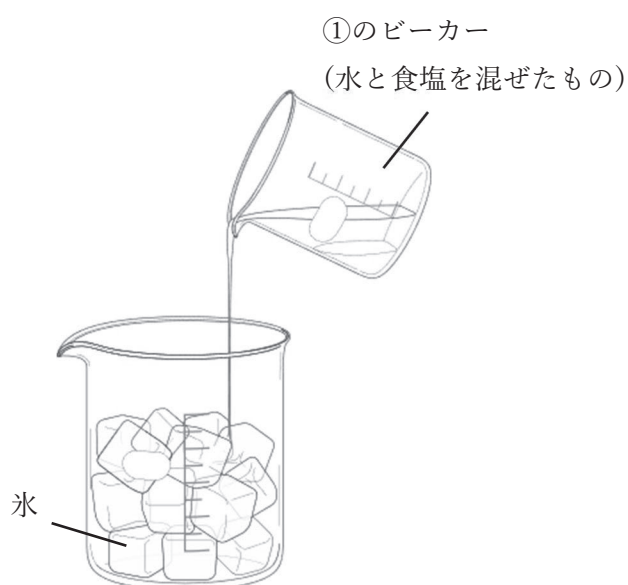


図 1

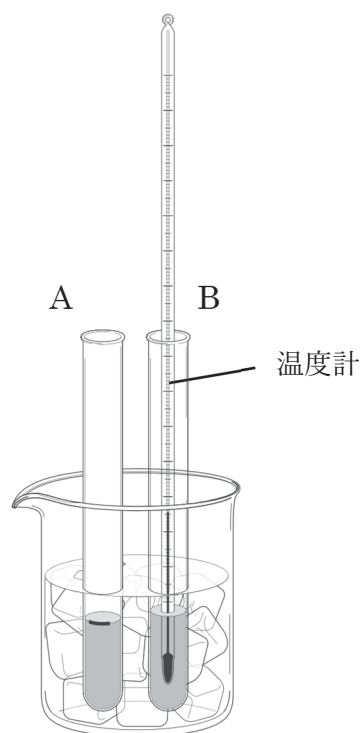
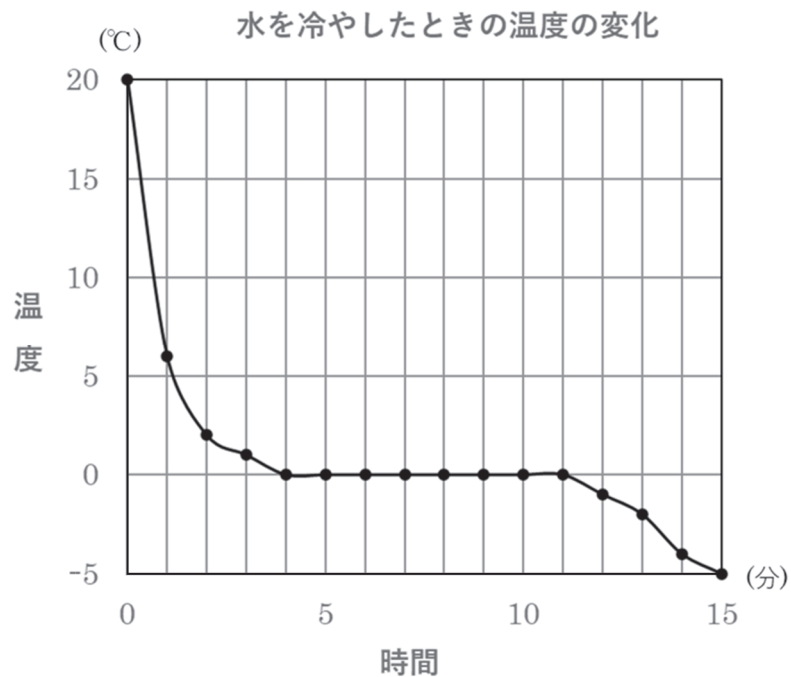


図 2

【結果】



【観察して気がついたこと】

- ・ °Cで水がこおり始めた。
- ・ 冷やし始めてから 分後にすべての水が氷になった。
- ・ すべての水が氷になったとき、はじめの印の位置と比べて水面の位置は 。

先生：きちんと記録ができていますね。このノートに記録されている内容をふまえて考えてみると、ペットボトルのラベルに「こおらせないでください」という注意書きがある理由がわかりますよ。

〔問題1〕

- (1) , に当てはまる数をそれぞれ答えなさい。
- (2) 次の①～③のうち、 に適するものを選び、番号で答えなさい。
① 高くなった ② 変わらなかった ③ 低くなった
- (3) ペットボトルのラベルに「こおらせないでください」という注意書きがあるのはなぜですか。その理由を説明しなさい。

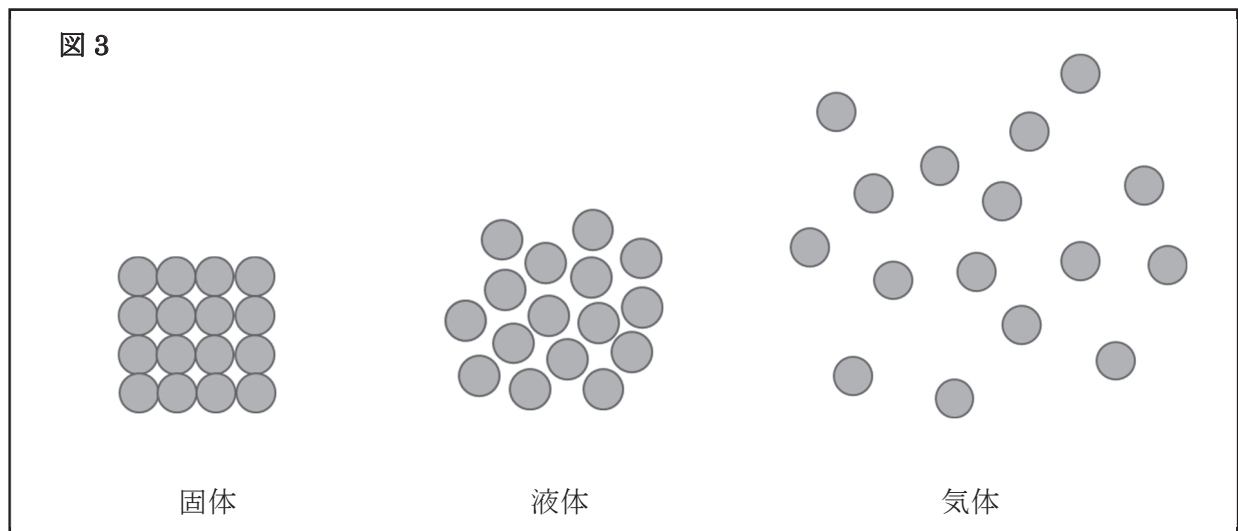
2 目に見えないほどの小さな粒^{つぶ}

桐子：水は、熱したり冷やしたりすることで水蒸^{すいじょうき}気や氷にすがたを変えますよね。

先生：水だけでなく、ものは温度によって「固体」「液体」「気体」とすがたを変えます。このことを「状態変化」といい、状態変化によってももの体積は変わりますが、全体の重さは変わりません。

桐子：体積が変わるのに、どうして重さは変わらないのですか？

先生：すべてのものは目に見えない小さな粒が集まってできていて、温度によって、ものをつくっている粒は動き方や並び方が変わります。しかし、この粒自体の大きさや重さや数が変化することがないので、重さは変わりません。固体・液体・気体の粒のイメージを図にするとこのようになります(図 3)。



桐子：それぞれ粒のすき間の大きさに^{ちが}違いがありますね。

先生：よく気が付きましたね。どの状態でも粒と粒の間には、引き合う力がはたらいています。[エ]は、粒どうしが規則正しく並んでいます。また、粒はその場から移動できません。[オ]は、粒の動きが[エ]と比べると大きくなり、粒は少しだけ移動できます。[カ]は、粒どうしの引き合う力をふりきって激しく動いてばらばらになっています。

桐子：だから、多くのものは固体の体積よりも液体の方が大きいのですね。そういえば、手作りのろうそくを作ったときに、液体のろうを容器に口いっぱいまで注いで冷やして固めると、できあがったろうそくにはくぼみができていました(図 4)。これは、液体の体積よりも固体の体積の方が小さいからだったのですね。

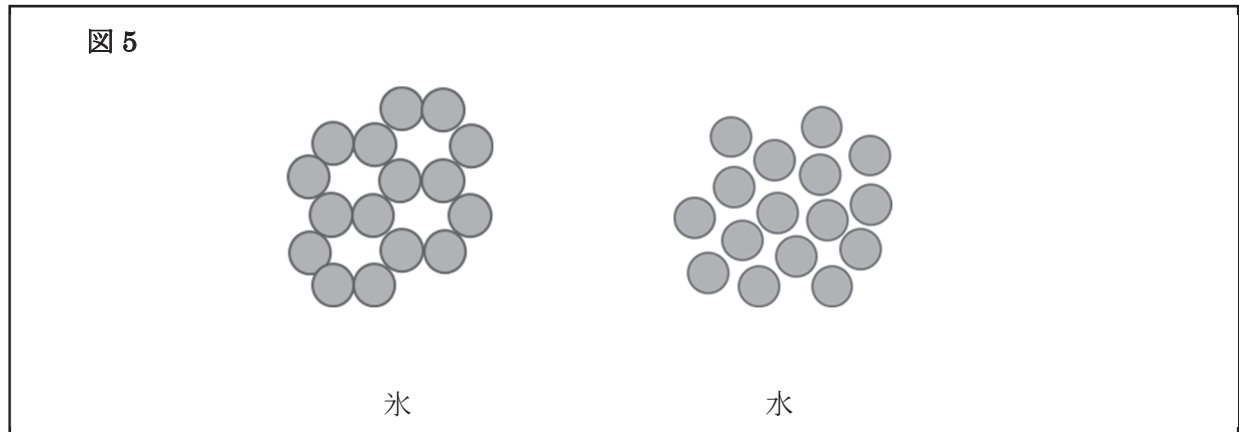


図 4

先生：その通りです。

桐子：状態変化によって重さが変わらないことはわかりました。でも、**実験1**で水は、液体の体積よりも固体の方が大きかったですよね。それは、どうしてですか？

先生：氷をつくっている水の粒どうしは、このような六角形になるように、規則正しく並んでいます(**図5**)。これが、氷の^{とくちょう}特徴の一つです。



〔問題2〕

- (1) 固体・液体・気体のうち、**エ**～**カ**に当てはまるものをそれぞれ答えなさい。
- (2) 氷の体積の方が水よりも大きいのはなぜですか。**図3**と**図5**を参考にして、その理由を説明しなさい。

3 ものの密度

桐子：水と氷では、どれくらい体積が違うのですか？

先生：例えば、 55 cm^3 の水が氷になると、体積は 60 cm^3 になります。つまり、氷の体積は、水の体積のおよそ **キ** 倍ということです。

桐子：状態変化をしても、重さは変わらないのですよね。それなら、同じ体積あたりの重さで比べると、氷の方が水よりも軽いということですか？

先生：その通りです。良いところに気が付きましたね。この表は、水や氷の重さと体積をまとめたものです。

	重さ (g)	体積 (cm^3)
水	55	55
氷	55	60

ある体積あたりの重さを「密度」といいますが、今は 1 cm^3 あたりの重さで考えましょう。表をもとに考えると、水の密度は 1 g/cm^3 となります。それでは、氷の密度を求めてみましょう。

桐子： 1 cm^3 あたりの重さが密度だから…… 0.92 g/cm^3 ですね。氷の密度のほうが、水の密度よりも小さいのですね。

先生：その通りです。だから、氷は水に浮くのです。他のもので浮き沈み^{しず}を確かめてみましょう。ここに鉄でできている重さが 158 g 、体積が 20 cm^3 の球を用意しました。この球を水に入れてみましょう。

桐子：球が沈みました（図6）。この球の密度を計算すると…… **ク** g/cm^3 で、水の密度よりも鉄の密度のほうが **ケ** から球が沈んだのですね。



図6

先生：このように、ものの種類によって密度は決まっており、密度はものの浮き沈みに関係しているのです。では、今度は水ではないある液体を用意しました。ここに、先ほどと同じ鉄でできた球を入れてみましょう。

桐子：鉄でできた球が浮きました。この液体は何ですか？

先生：この液体は、です。

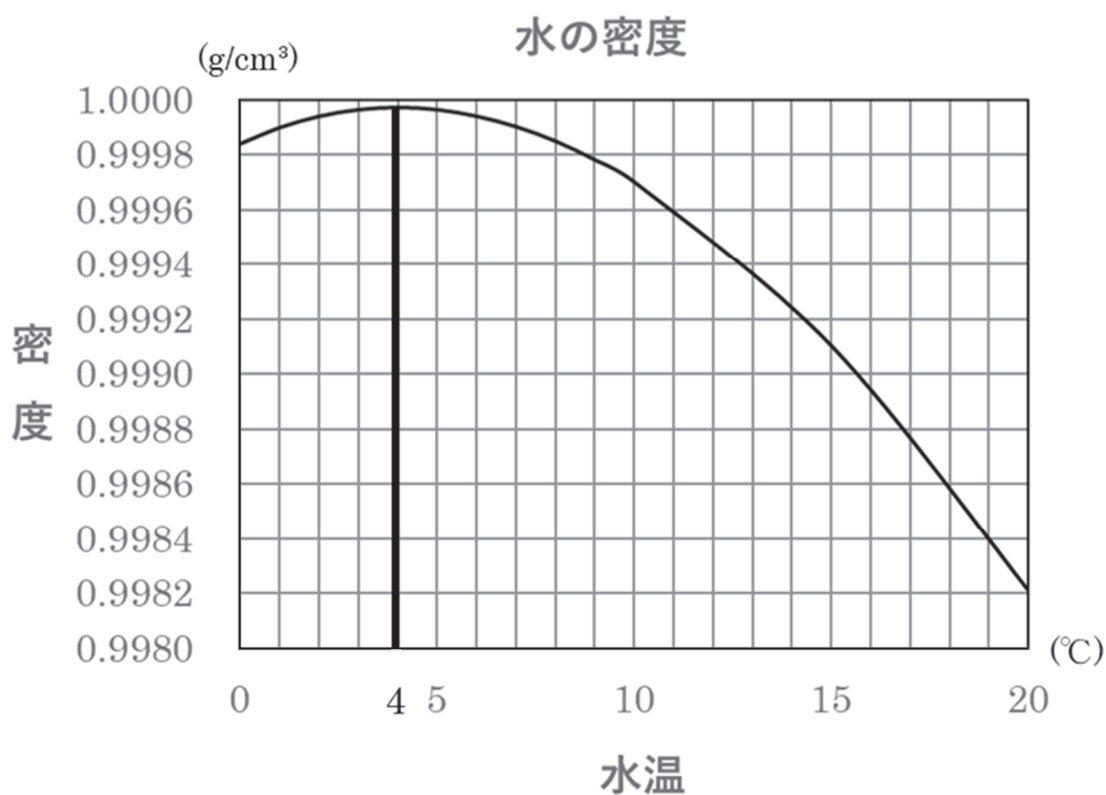
〔問題3〕

- (1) , に当てはまる数をそれぞれ答えなさい。割り切れない場合は、小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで答えなさい。
- (2) に適する言葉を答えなさい。
- (3) 次の①, ②のうち、に適する液体を選び、番号で答えなさい。また、そのように考えた理由を説明しなさい。
- ① エタノール (密度 0.79 g/cm^3)
- ② 水銀 (密度 13.6 g/cm^3)

4 湖に氷ができるまで

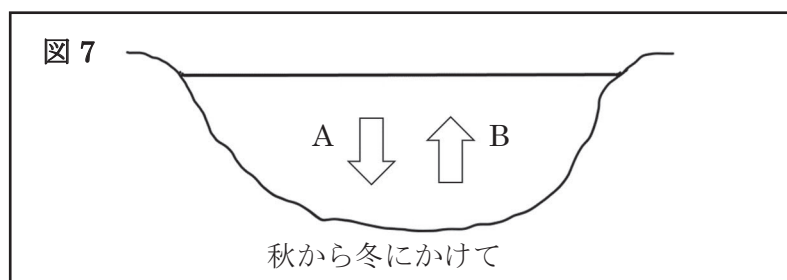
桐子：そういえば、この前テレビで冬のワカサギ釣りを見ました。氷に穴をあけて、釣り糸を湖の下のほうまで垂らして釣っていました。湖の表面はこおっているのに、氷の下では生きたワカサギが泳いでいて驚きました。

先生：湖の表面はこおっていても、それより下にある水がこおらないのは、他のものには見られない特徴が水にはあるからです。このグラフは、水温が 0℃から 20℃における水の密度を表しています。これを見ると、水温が 4℃のとき、水の密度が最も大きいことがわかります。ある温度を境にして密度が再び小さくなるのは、他のものには見られない特徴です。



桐子：湖の表面がこおることと、その特徴がどのように関係するのですか？

先生：それでは、湖の断面図を書いて、湖が冷やされてこおるときの水の動きを考えてみましょう(図7)。秋から冬にかけて気温が下がると、湖の表面で水が冷やされます。冷やされた水の密度はどのようになりますか？



桐 子：グラフをみると、 4°C までは水の密度がだんだん大きくなります。

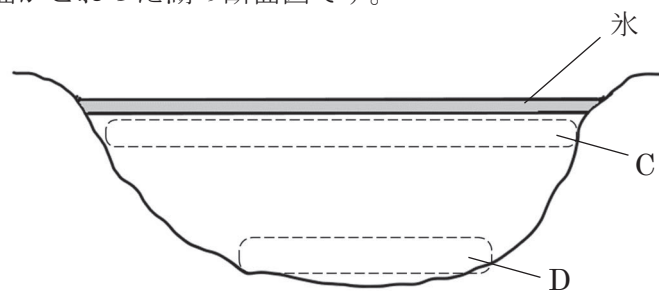
先 生：そのようにして湖の表面で冷やされた水はAの向きに動き、湖の下の方にあった水はBの向きに動き、また湖の表面でその水が冷やされて……それを繰り返して、だんだんと湖の水全体が冷やされます。さらに、冬の寒さが厳しくなり、冬の最も寒い時には気温が 0°C 以下になります。

桐 子：ワカサギ釣りをしている場所は、最低気温が -15°C になるときもあるとテレビで見たので、湖の表面ではさらに水が冷やされますね。それで、表面から湖の水がこおり始めるということですか？

先 生：その通りです。ですが、もしも水が他のものと同じように、液体よりも固体の密度の方が大きいなら、このようなこおり方ではありません。

〔問題4〕

(1) 下の図は、表面がこおった湖の断面図です。



この湖のある日の最低気温が -15°C であったとき、C、Dの温度として最も適当なものを「 -15°C 」・「 0°C 」・「 4°C 」の中からそれぞれ選び○をつけなさい。また、そのように考えた理由をそれぞれ説明しなさい。ただし、C、Dで同じ温度を答えてもよいものとします。

(2) もしも水の密度よりも氷の密度のほうが大きいならば、湖の水はどのようにこおると考えられますか。

5 氷の利用

桐子さんは、今でも自然の寒さを利用して、池で氷を作っているところがあると先生に聞きました。そこで、桐子さんは、そのように氷を作っている職人さんに話を聞くことにしました。

桐子：ここでは、今でも池で氷を作っていると聞きました。あまり聞いたことがないので、色々とお話を聞かせてください。

職人：昔は、池でできた氷を「氷冷蔵庫」を持つ家庭に配達していました。でも、今は電気で冷やすことができたり、冷凍庫で氷が作れるようになったりしたので、必要なくなっていましたね。

桐子：氷冷蔵庫とは何ですか？

職人：氷冷蔵庫は、このように上の部屋と下の部屋に分かれていて、それぞれにとびらがついています(図8)。それぞれの部屋の間は仕切られていますが、空気は移動できるようになっています。上の部屋に大きな氷を入れることで、電気を使わずに全体を冷やすことができるので、食品を入れて保存していたのですよ。

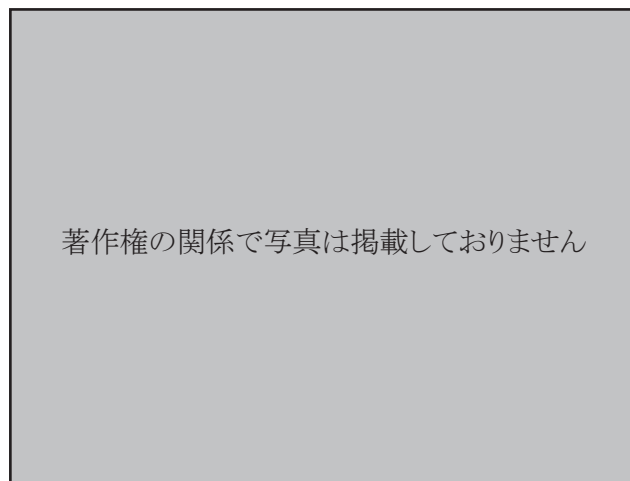


図8 氷冷蔵庫の写真

桐子：今は冷蔵庫や冷凍庫で、簡単にものを冷やしたりこおらせたりできるけれど、昔も工夫して冷やしていたのですね。

〔問題5〕

氷冷蔵庫では、上の部屋に氷を入れるのはなぜですか。その理由を「密度」という言葉を用いて説明しなさい。

職 人：さて、私は縦 15 m，横 28 m，深さ 50 cm の大きさの池全体に氷を作っています。この池は氷作り専用で作ったもので、直方体の形をしています。もちろん、氷作りが始まる前に^{きわ}沢から引き込む水の^こ水質検査もしていますよ。寒くなり、池がこおって氷の厚さが 15 cm になると、縦が 50 cm，横が 70 cm の板状になるように氷を 1 枚ずつ切り出して保管しています。こうして①切り出した氷 1 枚の重さが重いので運ぶのも大変です。

桐 子：もしも池全体に厚さ 15 cm の氷ができたとしたら、ちょうど 枚の氷を切り出して運ぶことになるので、確かに一苦勞ですね。

職 人：そうですね。でも、かき氷の材料に使うと、おいしいと評判です。お店では、かき氷を作る機械に入れるために、切り出した氷の厚さに合わせて 1 辺が 15 cm の立方体に切っています。私はノコギリを使って氷を切っていますが、^{なな}斜めやギザギザにならないように注意してノコギリの^は刃を立てるようにしています。氷をしっかりと固定することも大切ですね。また、大きな氷のどこにノコギリの刃を当てればよいのかを見やすくするために、ノコギリで切れ目を付けてから切っています。例えば、縦 20 cm，横 30 cm，厚さ 10 cm の氷から、1 辺が 10 cm の立方体の氷を切るための切れ目は、縦の①と②，横の③の合計 3 本が必要になります(図 9)。

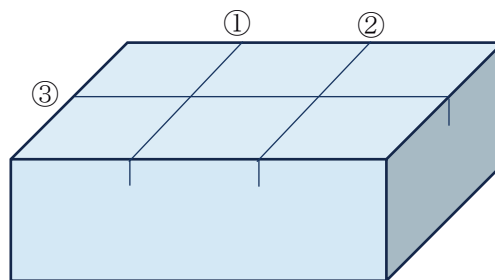


図 9

〔問題 6〕

- (1) 下線部①について、切り出した氷 1 枚の重さは何 kg ですか。ただし、氷の密度は 0.92 g/cm^3 とします。
- (2) に当てはまる数を答えなさい。
- (3) かき氷を作る機械に入れるため、縦が 50 cm，横が 70 cm，厚さが 15 cm の氷から、1 辺が 15 cm の立方体の氷を切り分けます。最も多くの数の立方体の氷を切り分けるとき、氷に付ける切れ目をできるだけ少なくすると、何本必要になりますか。

桐 子：職人さんが作る氷には、どのような特徴があるのですか？

職 人：私が作る氷は、このように見た目が無^む色^{しよく}透明^{とうめい}です（図 10）。この氷は、家の冷凍庫で作った氷と比べてとけにくいのですよ。

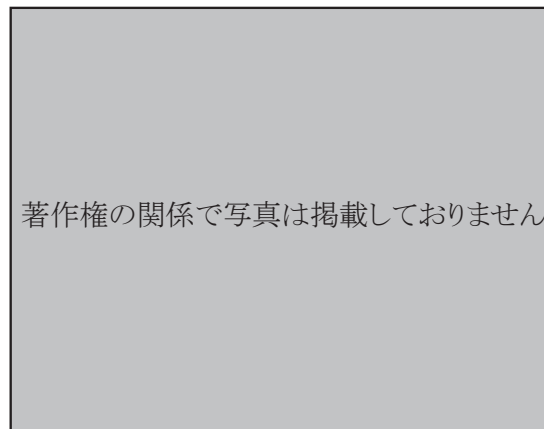


図 10 氷の写真

桐 子：家の冷凍庫で作った氷と比べて、とけやすさに違いがあるのはなぜですか？

職 人：水がこおるときには「水以外のもの」を追い出しながら、水の粒だけで固体になろうとするため、出ていけなかった「水以外のもの」は氷の中に閉じ込められます。この「水以外のもの」を、今は「不純物」と呼ぶことにしましょう。不純物^{ふじんぶつ}を含んでいる水は、不純物を含まない水よりも低い温度でこおりはじめます。こおる温度はとける温度と同じなので、不純物を含んでいる氷は不純物を含まない氷より低い温度でもとけ始めるといことです。例えば、スポーツドリンクは水に砂糖などが溶^とけています。そのため、こおらせたスポーツドリンクをとかして飲むと、とけはじめにでてきた液体はこれらを含んでいるので、もとのスポーツドリンクよりも甘^{あま}く感じ、ほとんど味の^{あじ}ない部分がなかなかとけずに残っています。

桐 子：たしかに、夏にこおらせたスポーツドリンクをとかして飲んでいたときに、そのように感じました。でも、家の冷凍庫で作った氷は、水道水で作っているから不純物を含んでないと思うのですが……。

職 人：そんなことはないですよ。例えば、水道水にも、私が氷作りで使う池の水にも空気が溶けています。水道水で作った氷と、水道水を沸^{ふつ}とうさせて冷ました水で作った氷を比べると、どちらの氷にも白い部分がありますが、水道水を沸とうさせて冷ました水で作った氷のほうが少しだけ白い部分が少なくなります。

桐 子：だけど、透明な氷を作るために池の水を沸とうさせることはできないと思うのですが、他にどのような工夫をしているのですか？

職 人：② こおらせるときに「ゆっくりと冷やす」ことも重要です。実際には、不純物をすべて取り除くことは難しいので、できるだけ水の粒だけが集まるように工夫します。ゆっくりと冷やすには、気温は -5°C から -8°C の間が適しているため、1月から2月に氷を作っています。夜の間気温が下がり、池全体にうすく氷が張ると、そこから1日に約5 mm ずつ、ゆっくりと氷の下側から厚くなります。厚さが15 cm ほどになると氷を切り出しますが、それまでの間も毎日氷の上を掃除そうじします（図 11）。

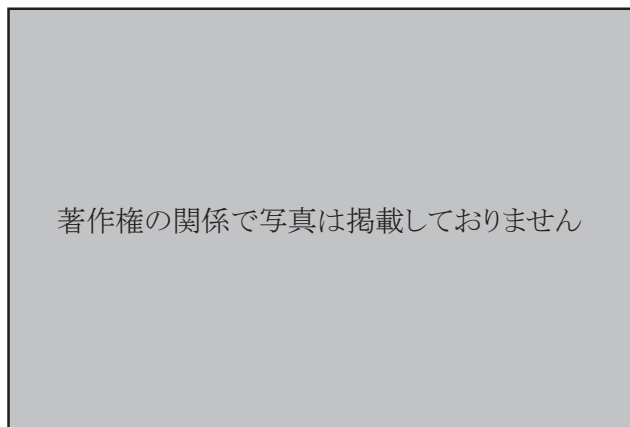


図 11 池の氷の上を掃除している写真

桐 子：大変な作業ですね。

職 人：たしかに、透明な氷を作るのはとても手間がかかりますが、工夫をすれば家にあるものでも透明な氷を作ることができますよ。

桐 子：作ってみたいです。そうすれば、それぞれの氷の違いを確かめることができますね。

〔問題 7〕

- (1) 砂糖の濃さが 5% のスポーツドリンク 600 g を容器に入れてこおらせました。容器を日あたりの良いところにしばらく置いておいたところ、こおったスポーツドリンクはとけて一部が液体となり、氷が残りました。残った氷の重さが 250 g であったとき、液体となったスポーツドリンクに含まれる砂糖の濃さは何% ですか。割り切れない場合は小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで答えなさい。ただし、氷の部分は水のみでできていると仮定し、砂糖を含まないものとします。
- (2) 下線部②のようにするのは、池の水に溶けた空気をどうするためですか。

6 家で透明な氷を作る

先生：職人さんへのインタビューでは、色々と学ぶことができましたか？

桐子：はい！ 職人さんが作った氷を使ったかき氷は、おいしいと人気があるそうです。透明な氷で作ると、とけにくくてゆっくり楽しめるのだと思います。

先生：私も、透明な氷で作ったかき氷は食べたことはありません。食べてみたいですね。

桐子：職人さんが「工夫をすれば、家にあるものでも透明な氷を作ることができる」と言っていました。だから、家に帰ったらこれまで学んだことをいかして透明な氷を作り、その氷でかき氷を作って確かめようと思います。

先生：おもしろそうですね。^{がんば}頑張ってください。

桐子さんは、身の回りにあるものを工夫して使い、水道水を家の冷凍庫で冷やしてできるだけ透明な氷を作ろうと考えました。

桐子：これまで学んだことをふまえて考えると、中に入れる水の量にさえ気を付けたら、ペットボトルを使って氷を作っても大丈夫だいじょうぶよね。よし、ペットボトルの中に③水道水を入れて、あとは④冷凍庫で冷やしましょう。これで、より透明な氷ができるかしら？

〔問題8〕

- (1) 下線部③について、桐子さんはこの水道水に、ある工夫をしました。どのような工夫をしたと考えますか。
- (2) 下線部④について、^{いっばんてき}一般的な家庭用冷凍庫の温度はおよそ -18°C です。より透明な氷を作るために、あなたならば身の回りのものを使ってどのような工夫をしてペットボトルを冷やしますか。そのために使うものを具体的に挙げて説明しなさい。必要ならば、図で補ってもよいこととします。

