

13

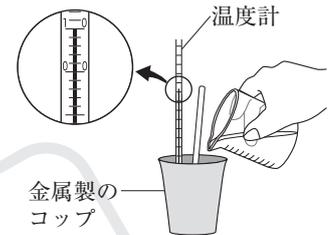
空気中の水の変化

学習1 気象要素の変化と空気中の水蒸気

- (1) **空気中の水蒸気** 気温の変化によって、水蒸気が水滴になったり、水が水蒸気になったりする。
- (2) **露点** 空気が冷えて、水蒸気が結露するときの温度。温度が露点より低くなると、水蒸気は水滴になる。例えば、あたたかい部屋の窓ガラスに水滴がついているようなとき、窓ガラスの表面付近の空気は露点より低くなっている。

実験 空気中の水蒸気が結露する温度を調べる

【方法】 部屋の温度をはかった後、金属製のコップにくみ置きの水を入れ、部屋の温度と水温がほぼ同じになっていることを確かめる。右の図のように、コップに冷水を少しずつ入れて、ガラス棒でかき混ぜながら、水の温度を下げる。コップの表面が細かい水滴でくもり始めたときの温度を測定する。



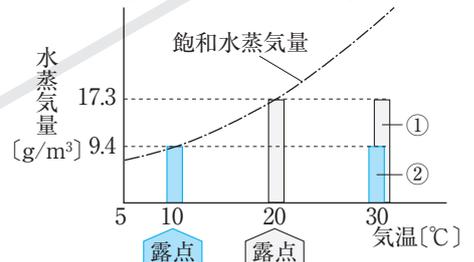
【結果】 表のような結果になった。水の温度はコップの表面付近の空気の温度と同じであると考えてよいので、結露した温度が露点である。露点は空気によって変化することがわかる。

日時	11月5日	11月6日
部屋の温度	20℃	20℃
初めの水の温度	20℃	20℃
結露した温度	15℃	18℃

- (3) **飽和水蒸気量** 水蒸気で飽和した空気が、空気 1m^3 中に含んでいる水蒸気の質量で、気温が高いほど大きくなる。冷えて、飽和水蒸気量を超えた水蒸気は、凝結して水になる。

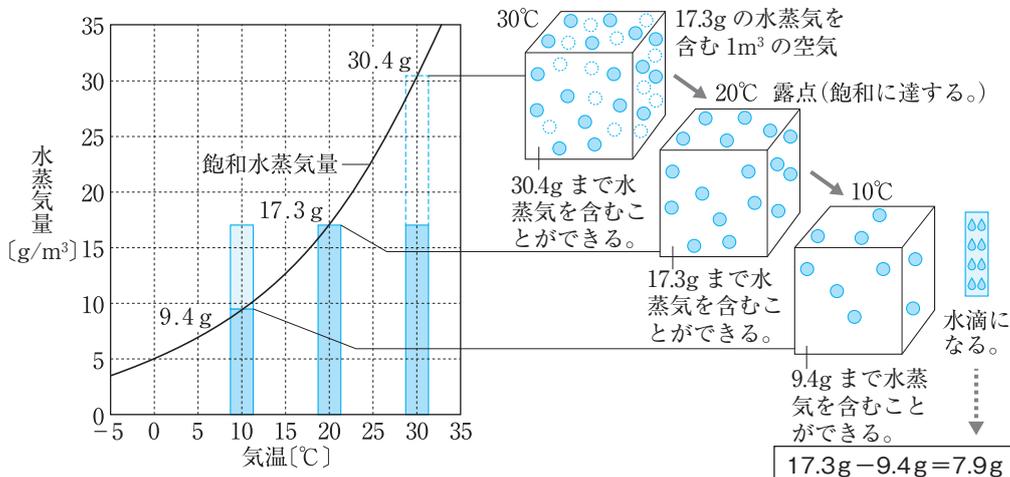
- ① **飽和** 最大限まで満たしている状態をいう。水蒸気を最大限まで含んでいる空気を、「水蒸気で飽和している」という。
- ② **凝結** 水蒸気水滴になる現象。
- ③ **気温と飽和水蒸気量・露点の関係** 露点は、空気中に含まれている水蒸気の量で決まる。したがって、空気中に含まれる水蒸気の量が多いほど露点は高くなり、水蒸気の量が少ないほど露点は低くなる。

▼気温と飽和水蒸気量・露点の関係



含んでいる水蒸気の量が多い①の空気の露点は高く、少ない②の空気の露点は低い。

▼水滴ができるしくみ



- (4) **湿度**(しつど 相対湿度) 空気の湿りぐあい。そのときの気温の飽和水蒸気量に対して、空気中にどのくらいの割合で水蒸気を含んでいるのかを百分率で表したもの。

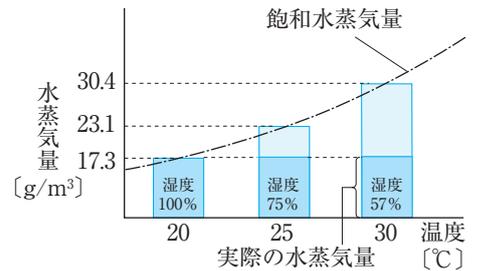
$$\text{湿度}[\%] = \frac{\text{空気 } 1 \text{ m}^3 \text{ 中の水蒸気量}[\text{g/m}^3]}{\text{その温度での飽和水蒸気量}[\text{g/m}^3]} \times 100$$

- ① 空気 1 m³ 中に含まれる水蒸気の量 その空気の露点と同じ気温の飽和水蒸気量に等しい。

例 空気 1 m³ 中に 17.3 g の水蒸気を含むとき、この空気の露点は 20℃ で、これは 20℃ の飽和水蒸気量にあたる。

- ② 気温による湿度の変化 水蒸気量が一定の場合、気温が高いほど湿度が低くなり、気温が低いほど湿度は高くなる。湿度が 100% のとき、その空気の露点と気温は等しい。

▼温度による湿度の変化



確認問題 1 次の問いに答えなさい。

- (1) 水蒸気が水滴に変わる現象を何といいますか。 _____
- (2) (1)の現象が起こるときの温度を何といいますか。 _____
- (3) 水蒸気で飽和した空気が、空気 1 m³ 中に含んでいる水蒸気の質量を何といいますか。 _____
- (4) (3)は、気温が高くなるほどどうなりますか。 _____
- (5) 空気中に含まれる水蒸気の量を、そのときの気温の飽和水蒸気量に対する百分率で表したものを何といいますか。 _____
- (6) ある気温で、1 m³ 中に a g の水蒸気を含む空気があります。この気温の飽和水蒸気量を b g/m³ としたとき、この空気の(5)の値を、a と b を用いた式で表しなさい。 _____
- (7) 空気中の水蒸気量が一定のとき、気温が上がると(5)の値はどうなりますか。 _____

学習 2 霧や雲が発生するとき、循環する水

- (1) **霧と雲の発生** どちらも空気中の水蒸気が凝結したものである。
- ① **霧** 地表付近の空気はその場所で冷やされて露点に達し、空気中に含まれる水蒸気が凝結して細かい水滴となって地表付近に浮かんでいるものが霧である。
- ② **雲** 空気のかたまりが上昇すると、周囲の気圧が低くなるので膨張して温度が下がり、ある高さで露点に達する。さらに上昇すると、水蒸気が空気中の小さなちりを凝結核として細かい水滴や水の粒(雲粒)となる。これが雲である。
- 凝結核 空気中の水蒸気が水滴や水の粒になるときの核になるもの。
- (2) **気圧の変化と気温の変化**
- ① **上空の気圧** 気圧は大気の重さによって生じる。地上から上空に行くほど、高さに相当する分の空気の質量が減るため、気圧は低くなる。
- 例 密封された菓子の袋を高い所に持っていくと、まわりの気圧が低いために、袋の中の空気が膨張して膨らむ。
- ② **上空の気温** 地上から高くなるほど気温は低下する。

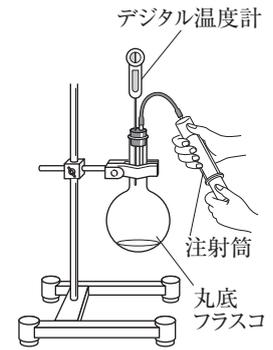
実験 雲のでき方を調べる

【方法】 中をぬるま湯でぬらし、線香の煙^{けむり}を少量入れたフラスコで、右の図のような装置をつくる。注射筒のピストンをすばやく引いたり戻したりして、これを繰り返す。

- ① ピストンを引いたときの温度の変化とフラスコ内のようすを調べる。
- ② ピストンを戻したときの温度の変化とフラスコ内のようすを調べる。

【結果】 ① ピストンをすばやく引くと、容器内の温度が下がり、白くもった。→フラスコ内の気圧が小さくなり、空気が膨張して温度が下がった。その結果フラスコ内が露点に達して水蒸気が水滴になり、白くもった。

- ② ピストンをすばやく戻すと、容器内の温度がもとに戻り、くもりが消えた。→フラスコ内の気圧が戻り、空気が圧縮されて温度が上がった。水滴が水蒸気になり、くもりが消えた。



(3) 上昇気流による雲のでき方

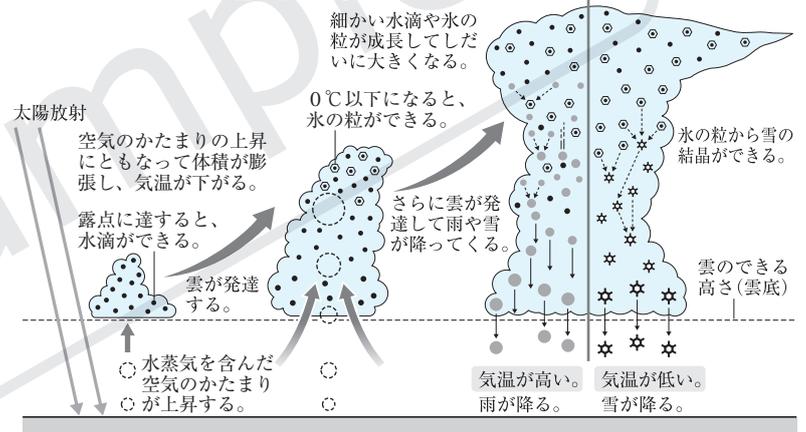
- ① 地表の一部が強く熱せられて上昇し、雲ができる。
- ② 空気が山腹に沿って上昇し、雲ができる。
- ③ 暖気が寒気の上にはい上がったり、寒気が暖気の下にもぐりこむ。

(4) **雨や雪のでき方** 雲をつくる水滴や水の粒(雲粒)が成長して、上昇気流で支えきれなくなると落下する。水滴となって落ちてきたものが雨、氷の粒が地表に達したものが雪やあられで、これらを降水という。

(5) **循環する水** 水は気体、液体、固体とすがたを変えながら、地球上を循環していて、そのもととなっているのは、太陽のエネルギーである。

- ① 水が地表や海面から蒸発する。
- ② 水蒸気は上昇して雲となる。
- ③ 雨や雪となって地表に戻る。

▼雲のでき方と雨や雪の降り方



確認問題 2 次の問いに答えなさい。

- (1) 地表付近の空気が冷やされて露点に達し、水蒸気が細かい水滴となって地表付近に浮かんでいるものを何といいますか。 _____
- (2) 上昇した空気が露点に達し、水蒸気が水滴や水の粒になって浮かんでいるものを何といいますか。 _____
- (3) 上空にいくほど、気圧と気温はそれぞれどのように変化しますか。
 気圧 _____ 気温 _____
- (4) 空気が膨張すると、温度は上がりますか、下がりますか。 _____
- (5) 雲をつくる水滴や水の粒は、何という大気の流れに支えられて上空に浮かんでいますか。 _____
- (6) 雲をつくる氷の粒が地表に達したものを何といいますか。 _____
- (7) 地球上の水の循環のもととなっているのは何のエネルギーですか。 _____

計算のトレーニング 【空気中の水蒸気量と湿度】

公式

$$\text{湿度}[\%] = \frac{\text{空気 } 1 \text{ m}^3 \text{ 中の水蒸気量}[\text{g/m}^3]}{\text{その温度での飽和水蒸気量}[\text{g/m}^3]} \times 100$$

- ① 湿度とは空気の湿りぐあいのことで、空気中に含まれる水蒸気の量が、そのときの気温の飽和水蒸気量に対してどれくらいになるかを百分率で表したものである。
- ② 飽和水蒸気量は気温によって変化するので、空気中の水蒸気量が一定でも、気温によって湿度は変化する。
- ③ 水蒸気を含んだ空気の温度が下がり、凝結が始まるときの温度を露点という。空気中に含まれる水蒸気量は、その空気の露点と同じ気温の飽和水蒸気量と等しくなる。
- ④ ③より、水蒸気を含んだ空気の温度が露点に達したとき、その空気の湿度は100%になる。

例1 気温 25℃ の空気 1 m³ 中に 15.6 g の水蒸気が含まれているときの湿度は何%ですか。気温 25℃ の飽和水蒸気量を 23.1 g/m³ として、四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

(計算) $\frac{15.6\text{g}}{23.1\text{g}} \times 100 = 67.53 \dots \rightarrow 67.5 \%$

例2 気温が 30℃ で、湿度が 70 % の空気があるとき、この空気 1 m³ 中に含まれている水蒸気量は何 g ですか。気温 30℃ の飽和水蒸気量を 30.4 g/m³ として求めなさい。

(計算) $30.4\text{g} \times 0.7 = 21.28\text{g}$

例3 **例2** の空気は、この空気 1 m³ 中に、水蒸気をさらに何 g まで含むことができますか。

(計算) $30.4\text{g} - 21.28\text{g} = 9.12\text{g}$

レベルA

1 次の気温と飽和水蒸気量との関係を示した表を用いて、あとの問いに答えなさい。ただし、湿度と水蒸気量は四捨五入して小数第1位まで求め、露点は最も近い整数で答えなさい。

気温[℃]	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
飽和水蒸気量[g/m ³]	8.8	9.4	10.0	10.7	11.4	12.1	12.8	13.6	14.5	15.4

(1) 気温が 15℃ で、1 m³ 中に 8.8 g の水蒸気を含む空気があります。

① この空気の湿度は何%ですか。

② この空気の露点は何℃ですか。

③ この空気があたためられて 18℃ になったときの湿度は何%ですか。

(2) 気温が 17℃ で、湿度が 60 % の空気があります。

① この空気 1 m³ 中に含まれている水蒸気は何 g ですか。

② この空気の露点は何℃ですか。

③ この空気が冷やされて 12℃ になったときの湿度は何%ですか。

1

(1) ①

②

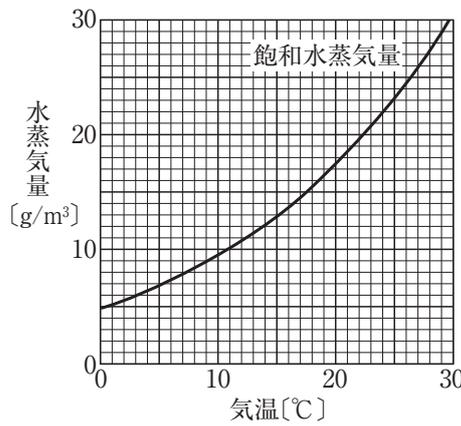
③

(2) ①

②

③

2 右のグラフは、気温と飽和水蒸気量との関係を示したものです。次の問いに答えなさい。ただし、グラフを読みとった答えは整数、計算した答えは四捨五入して小数第1位まで求めなさい。



2

(1) ①

②

③

(2)

(1) 気温が25℃で、露点が14℃の空気があります。

□① この空気の飽和水蒸気量は何 g/m³ ですか。

□② この空気1 m³ 中に含まれている水蒸気量は何 g ですか。

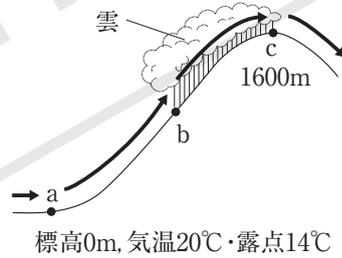
□③ この空気の湿度は何%ですか。

□(2) 容積200 m³の教室の気温は25℃で、湿度は70%です。この教室の温度が11℃まで下がったとき、教室全体の空気中に何gの水滴が生じますか。

(計算スペースに使いなさい)

レベルB

3 右の図のように、標高0 mのa地点で気温20℃、露点14℃の空気が山腹に沿って上昇し、雲をつくってb地点からc地点までに雨を降らせました。この空気は、標高1600 mの山頂c地点を越えて下ってきました。空気が100 m上昇するとき、気温は、雲がないと1.0℃、雲があると0.5℃下がることがわかっています。



3

(1)

(2)

(3) ①

②

③

(4)

□(1) 下線部の空気は、気温が何℃下がると水滴ができますか。

□(2) (1)より、雲が発生したb地点の標高は何 m ですか。

□(3) c地点の気温について述べた次の文の①～③にあてはまる数を書きなさい。

(2)より、b地点とc地点の標高の差は(①)mである。空気が雲の中を(①)m上昇すると、気温は(②)℃下がるので、c地点の気温は(③)℃である。

□(4) b地点からc地点にかけて、空気1 m³ 当たり何gの水蒸気が水滴になりましたか。P. 103・1の気温と飽和水蒸気量の表を用いて、四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

(計算スペースに使いなさい)



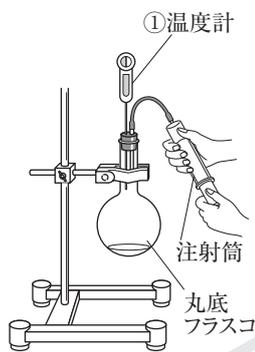
1 空欄をうめて、実験の方法や結果を整理しなさい。

【実験の方法】

(1) 雲はどのようにできるかを調べるための装置をつくって実験を行った。

1 丸底フラスコの中をぬるま湯でぬらし、少量の線香の煙を入れる。

2 (1)) 温度計でフラスコ内の温度がはかれるようにする。



(2) (1)の装置で、注射筒のピストンを動かして、フラスコ内の変化を観察した。

3 注射筒のピストンを引いたときの温度変化とフラスコ内のようすを観察する。

4 3の後に、注射筒のピストンを戻したときの温度変化とフラスコ内のようすを観察する。

【結果の整理】

・フラスコ内の温度変化

3	ピストンを引くと、フラスコ内の温度が(2))。
4	ピストンを戻すと、フラスコ内の温度はもとに戻った。

・フラスコ内のようす

3	ピストンを引くと、フラスコ内には白い(3))ができた。
4	ピストンを戻すと、白い3は(4))。

2 次の問いに答えて、実験のポイントをまとめなさい。

【実験の方法について】

1 (2)の1や2の実験で、注射筒のピストンを引いたり戻したりするときには、すばやく行いますか、ゆっくり行いますか。

【結果の整理について】

2 (2)の3の実験で、注射筒のピストンを引いたとき、フラスコ内の空気は圧縮されましたか、膨張しましたか。

3 2の結果、フラスコ内で起こったことについて述べた次の文のa、bにあてはまる語を、それぞれア、イから選びなさい。

フラスコ内の気圧がa(ア. 上が イ. 下が)り、温度がb(ア. 上が イ. 下が)った。

a) _____ b) _____

4 (2)の3の実験で、フラスコ内がくもったのは、水蒸気がどうなったからですか。

5 この実験の結果から考察した雲のでき方について、次の文のa~cにあてはまる語を書きなさい。

空気が上昇すると、気圧が(a))り、温度が(b))。このため、ある高さで露点に達すると水蒸気が(c))して水滴や氷の粒ができる。これが雲である。

a) _____

b) _____

c) _____

6 フラスコ内をぬるま湯でぬらさずにこの実験を行うと、フラスコ内にくもりはできませんでした。その理由を、「露点」、「水蒸気量」という語を用いて簡単に書きなさい。

基本問題

1 次の表は、気温と飽和水蒸気量の関係を示しています。

◀ 学習1

気温[℃]	5	10	15	20	25	30
飽和水蒸気量[g/m ³]	6.8	9.4	12.8	17.3	23.1	30.4

- (1) 気温 30℃、露点 20℃の空気の湿度は何%ですか。小数第2位を四捨五入して求めなさい。
- (2) (1)の空気の温度が25℃に下がったとき、この空気の湿度と露点はどうなりますか。それぞれについて、次のア～ウから選びなさい。
ア 高くなる。 イ 低くなる。 ウ 変わらない。
- (3) (1)の空気の温度が10℃まで下がると、空気1m³につき何gの水滴ができますか。

(1)

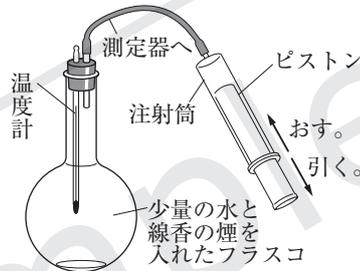
(2) 湿度

露点

(3)

2 右の図のような装置を使って、フラスコ内を白くくもらせ、雲ができる仕組みを調べました。

▶ 学習2



- (1) フラスコ内を白くくもらせる方法について述べた次の文の①、②で、正しいものをそれぞれア、イから選びなさい。

注射筒のピストンを① (ア ゆっくり イ すばやく)、② (ア おす イ 引く)。

- (2) **表現力** (1)のとき、フラスコ内の空気の体積と温度はどうなりますか。
- (3) 自然界で、空気が上昇して雲ができる理由について正しく述べているものを、次のア～エから選びなさい。
ア 上空は気圧が高く、上昇した空気が膨張して温度が上がるため。
イ 上空は気圧が高く、上昇した空気が圧縮されて温度が上がるため。
ウ 上空は気圧が低く、上昇した空気が圧縮されて温度が下がるため。
エ 上空は気圧が低く、上昇した空気が膨張して温度が下がるため。

2

(1) ①

②

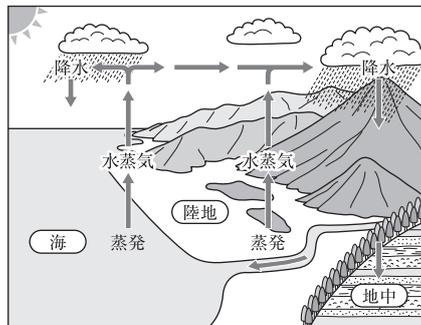
(2) 体積

温度

(3)

3 右の図は、地球上における水の循環を模式的に表したものです。

▶ 学習2



- (1) 次の文の①～③にあてはまる語を書きなさい。

水は、地表や海面から蒸発して(①)になる。(①)は上昇して(②)をつくり、その後(③)や雪となって地表に戻ってくる。

- (2) 図のような、水の循環と大気の動きを起こすもととなっているのは何ですか。

3

(1) ①

②

③

(2)

練習問題

1 図1のように、くみ置きの水を金属製のコップに入れ、水が入った試験管でかき混ぜながら、コップの表面がくもり始めたときの水温を測定しました。図2は、気温と飽和水蒸気量との関係を表しています。

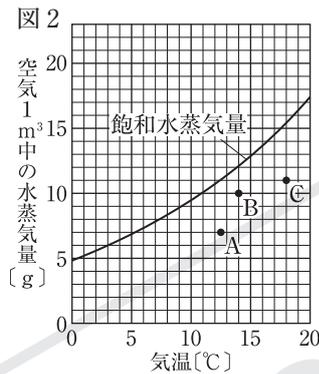


1

(1)

(2)

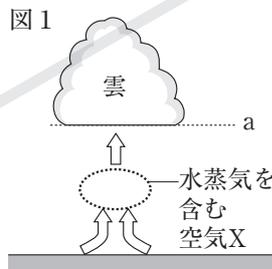
□(1) 図2中の点A、B、Cの状態にある部屋でそれぞれ図1の実験を行った場合、コップの表面がくもり始めた温度が最も低いのはどれですか。記号で答えなさい。



□(2) **思考力** いろいろな気温、湿度のもとで、図1と同じ実験を行った場合、コップの表面がくもり始める水温はどうなりますか。これについて正しく述べているものを、次のア～エから選びなさい。

- ア 気温が同じ場合、湿度が低いほど、くもり始める水温は高い。
- イ 気温が同じ場合、湿度に関係なく、くもり始める水温は同じである。
- ウ 湿度が同じ場合、気温が高いほど、くもり始める水温は高い。
- エ 湿度が同じ場合、気温に関係なく、くもり始める水温は同じである。

2 図1は、雲のでき方を模式的に表したもので、aは、水蒸気を含む空気Xが上昇して露点に達し、雲ができる高さを示しています。



2

(1) 気圧

湿度

(2)

(3) 図3にかく。

□(1) 図1の空気Xが地表面からaまで上昇していくとき、空気Xの気圧と湿度はそれぞれどうなりますか。

□(2) 図1のaでは、空気Xの湿度は何%ですか。

□(3) **思考力** 図1の空気Xと温度が同じで湿度が50%の空気Yがあります。図2は、空気Y 1 m³のようすを模式的に表

図2

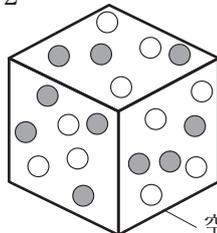
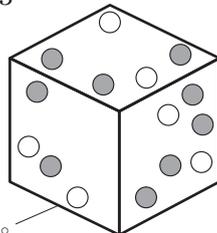


図3



空気1m³を表す。

したもので、●1個は含まれている水蒸気1gを、○1個はまだ含むことのできる水蒸気1gを表しています。図1の空気Xの湿度が55%のとき、図3に●や○をかき加えて、空気Xのようすを表しなさい。