生活の中の物理学
Physics in Everyday Phenomena

第7回　2026/11/2

第3章　流体(2)
第4章　熱

真貝　寿明
Hisaaki Shinkai



真貝の武庫川講義ページtop

https://www.oit.ac.jp/labs/is/system/shinkai/mukogawa/

前回のミニッツペーパーから

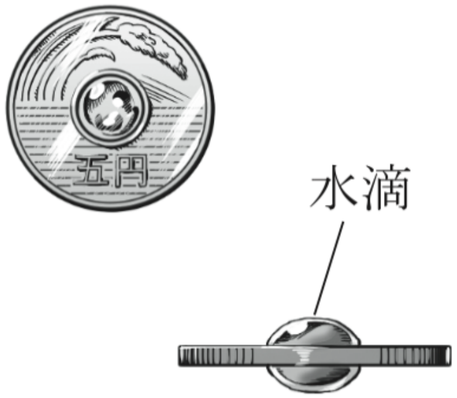
ビールのあわにも表面張力はありますか？

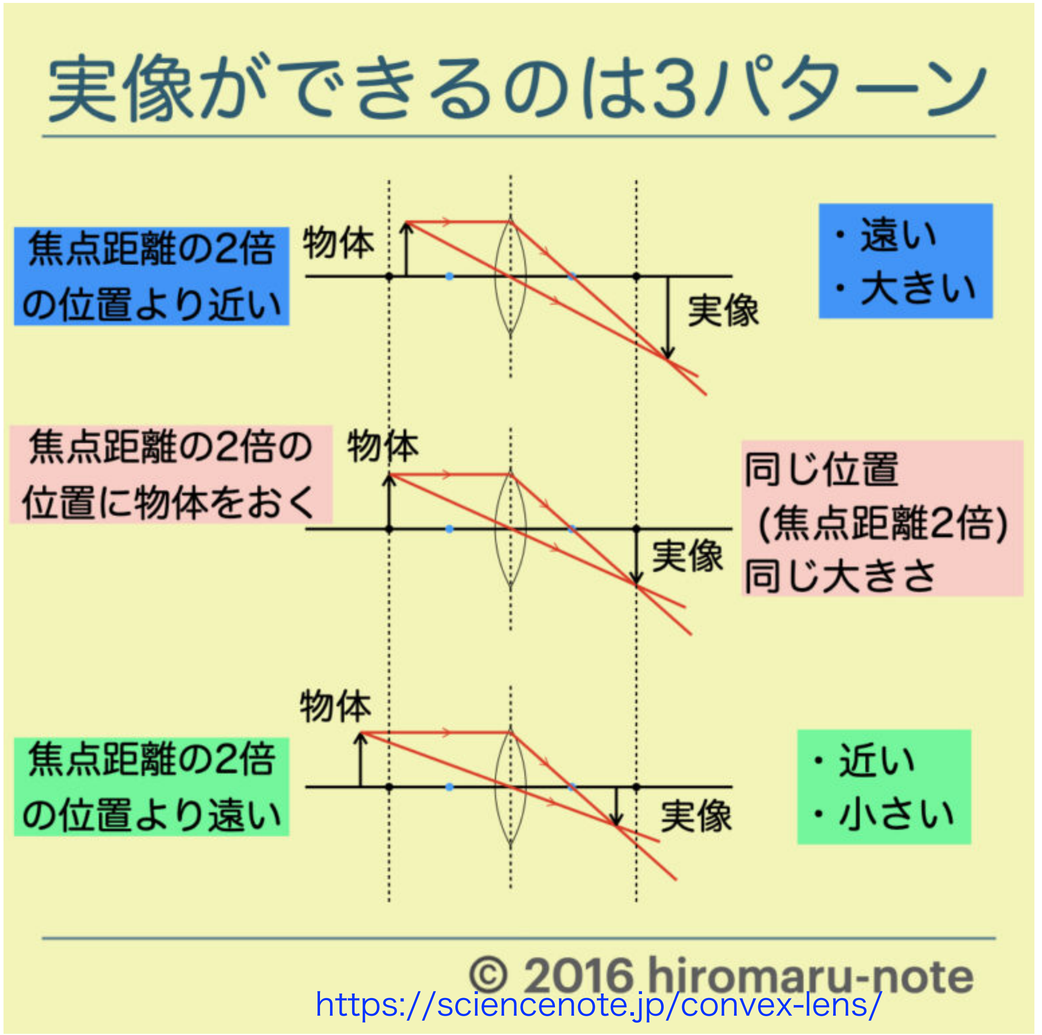


あります．シャボン玉と同じです．
泡は面積最小となるように形をつくります．

50円玉の皮に水がたまるを．水がたまってからはりをきより文字が小さく見えたのが面白かった。







https://sciencenote.jp/convex-lens/

前回のミニッツペーパーから

回転するイスの高さを変えるのも油圧ジャッキが使われていますか？

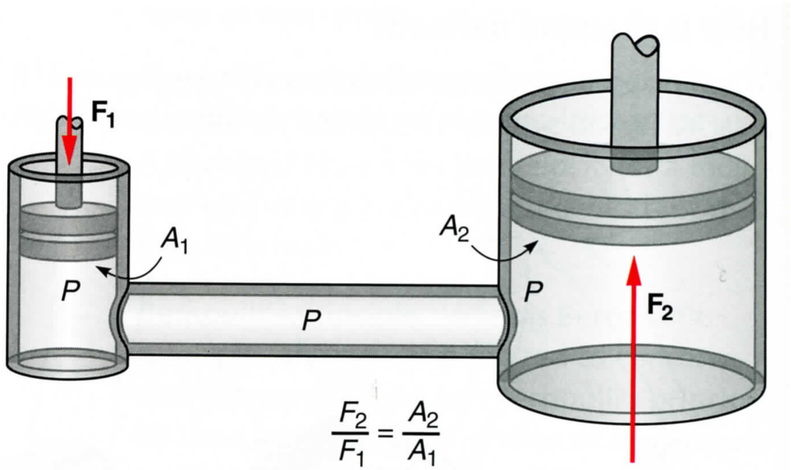
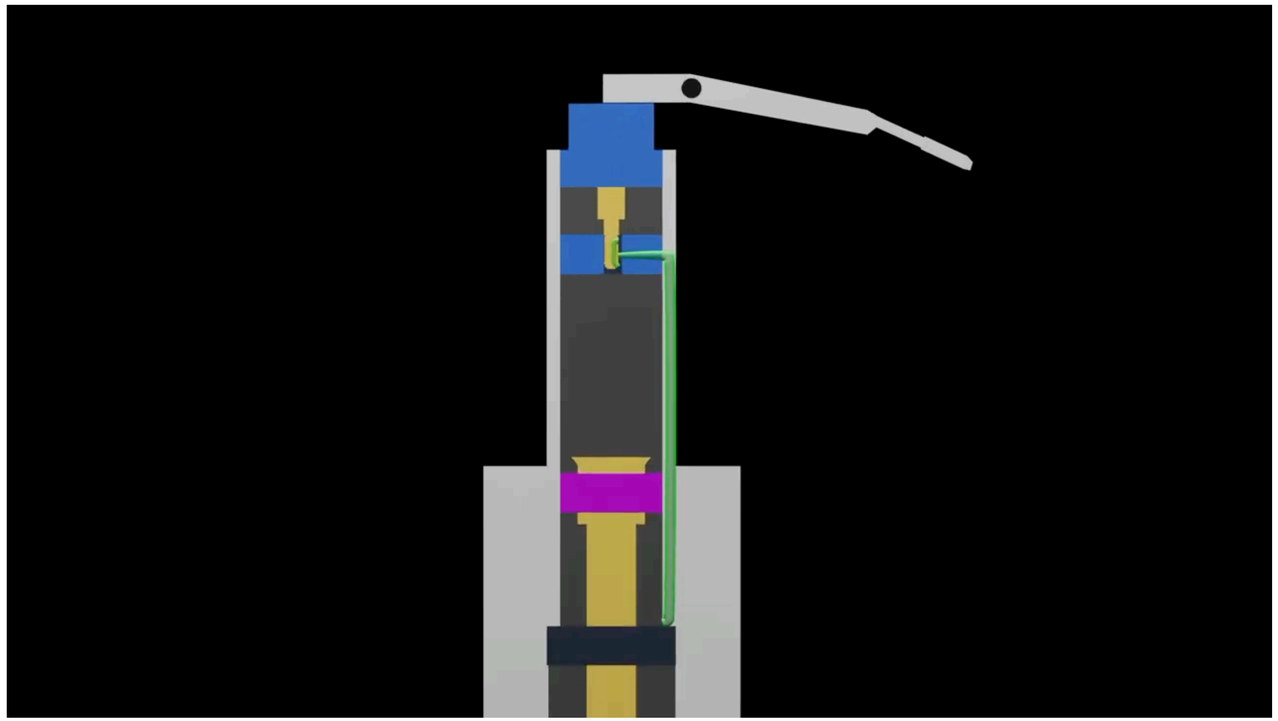


figure 9.5 A small force $\mathbf{F}_1$ applied to a piston with a small area produces a much larger force $\mathbf{F}_2$ on the larger piston. This allows a hydraulic jack to lift heavy objects.

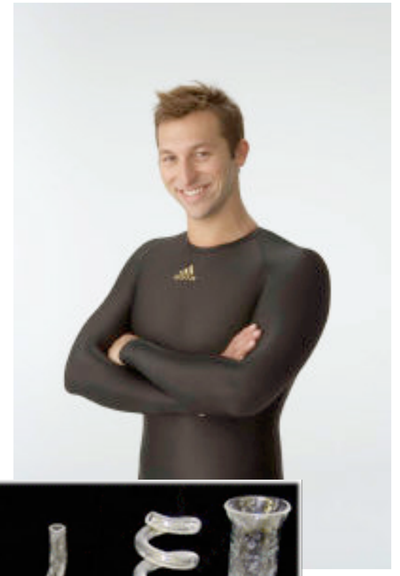


オフィスチェアの昇降の仕組み

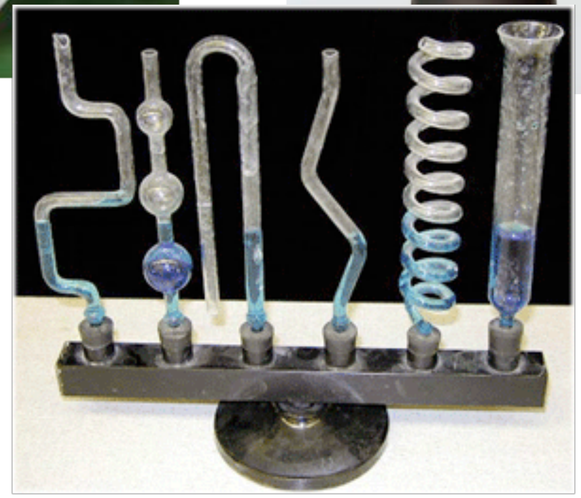
https://www.youtube.com/watch?v=fNjEiEyC13Y











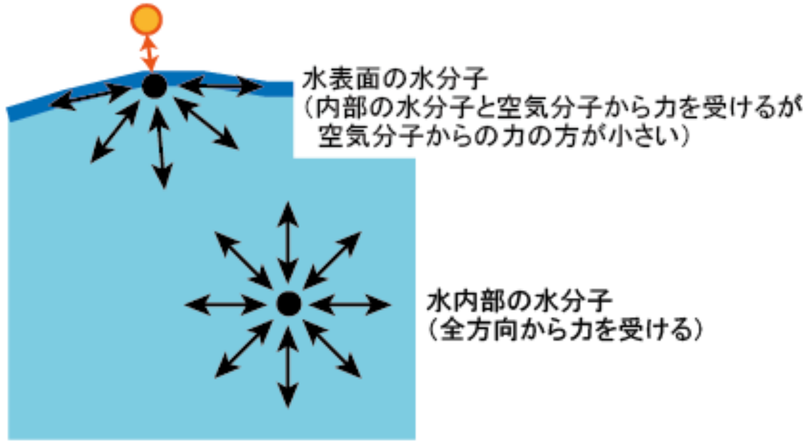
○第３章　流体―連続体の運動 ―――― 91
3.1　圧力―流体がまわりに及ぼす力 92
3.2　浮力―気球はなぜ飛ぶか，船はなぜ浮くか 97
3.3　流体の動き―飛行機はなぜ飛ぶか 100

前回のミニッツペーパーから

あめんぼが水に浮いている理由が知れて、嬉しかったです。

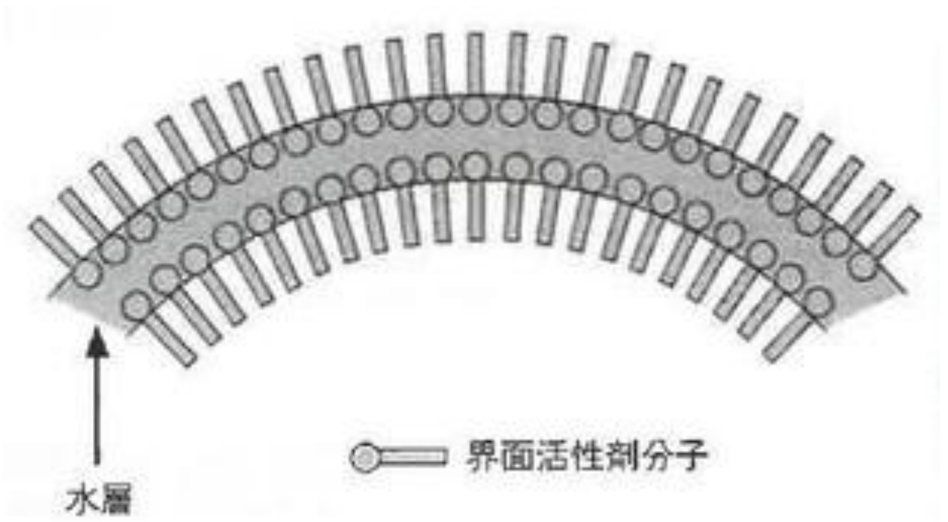






https://www.cybernet.co.jp/ansys/learning/glossary/hyoumenchouryoku/

洗剤と表面張力の関係性がいまいちわかりませんでした…。



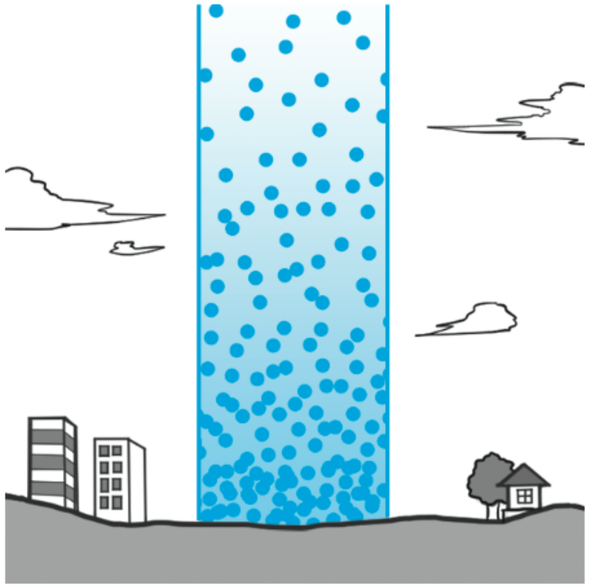
水の表面が界面活性剤の親油基（疎水基）で覆われると、ちょうど薄い油の膜を水の表面に敷いたような状態になる. 油の親油基間の分子間力は小さいため、**表面張力は低くなる.** そのため、界面活性剤水溶液の表面張力も水と比べるとずっと低い値になる. 泡が立ちやすくなり, 皿の表面から汚れを水分とともに分離しやすくなる.

https://detail.chiebukuro.yahoo.co.jp/qa/question_detail/q13217737848

体重が軽い動物ほど足が多いのは何故か？という動画を見たことがあるのですが、
"昆虫（6本）→ひっくり返った体制から立て直すため"という猫の体のつくりに似た施
であり、面白かったです。

圧力







定義　圧力

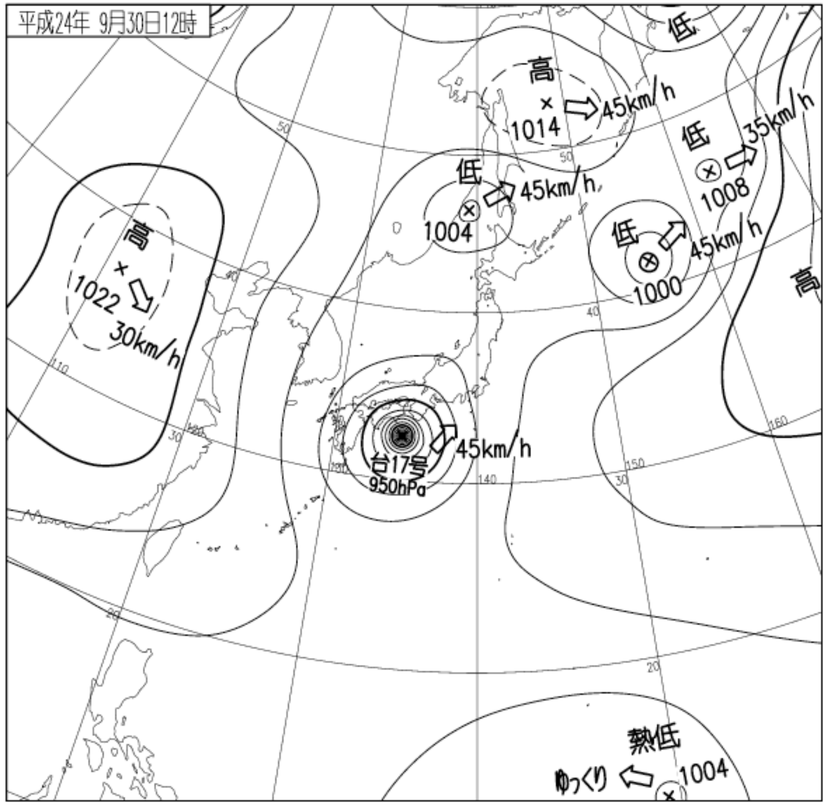
単位面積あたりにはたらく力を圧力 p という．

$$p = \frac{F}{S} = \frac{\text{加わる力 [N]}}{\text{面積 [m}^2\text{]}} \quad \text{単位は } [\mathrm{N/m^2}] = [\mathrm{Pa}] \qquad (3.1)$$

単位は [Pa]（パスカル）である．

山の上でポテトチップスの袋が膨張する理由は何か．

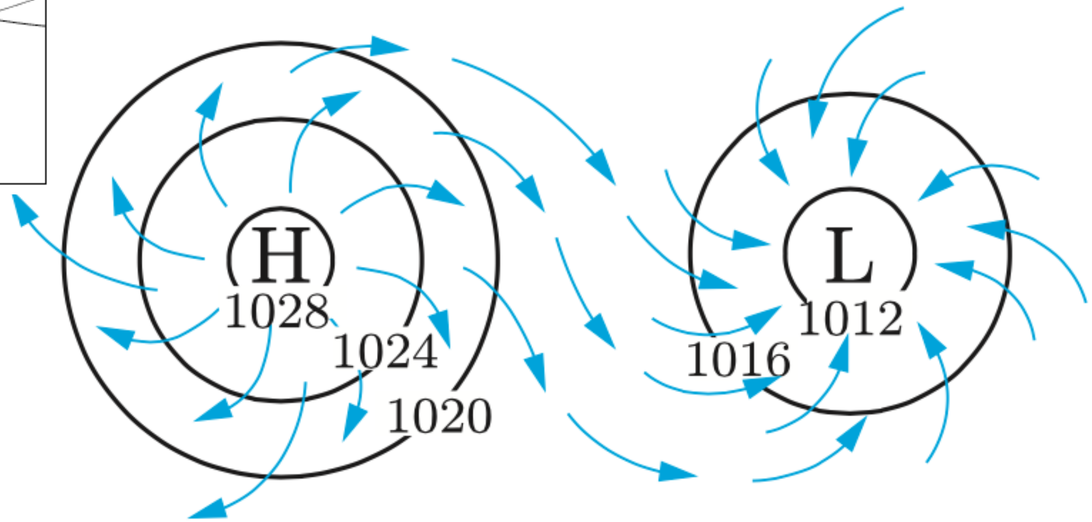
高気圧と低気圧



Topic　高気圧，低気圧

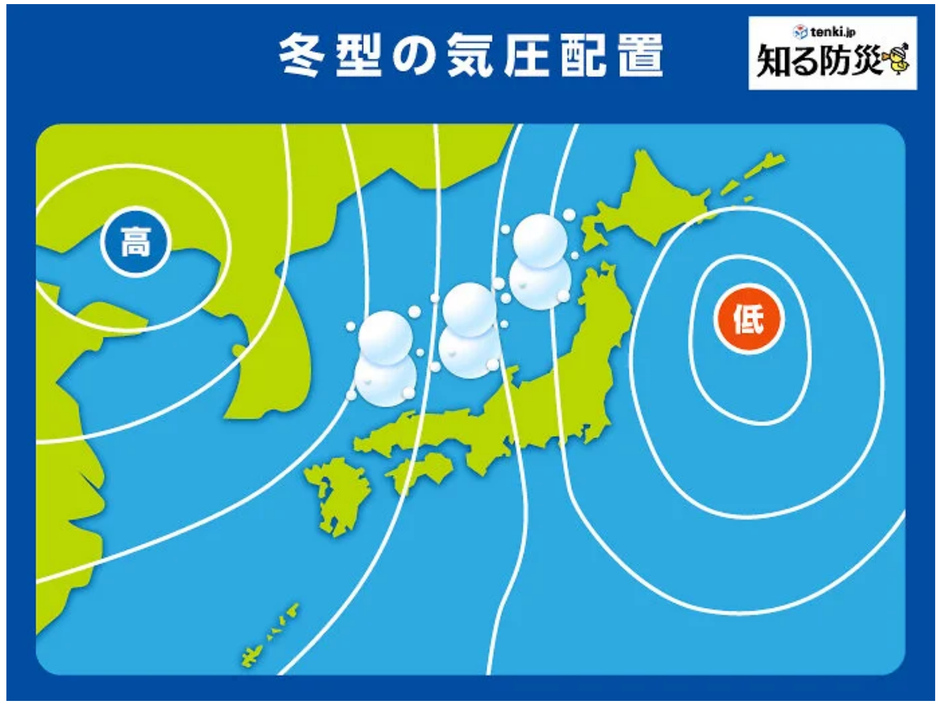
天気予報の気圧配置でいう**高気圧**，**低気圧**とは，地表付近での気圧の大小を相対的に述べたものである．地表付近では，高気圧から低気圧へ大気は流れる（コリオリの力によって，高気圧から低気圧に向かって風は傾いた経路で流れる）．

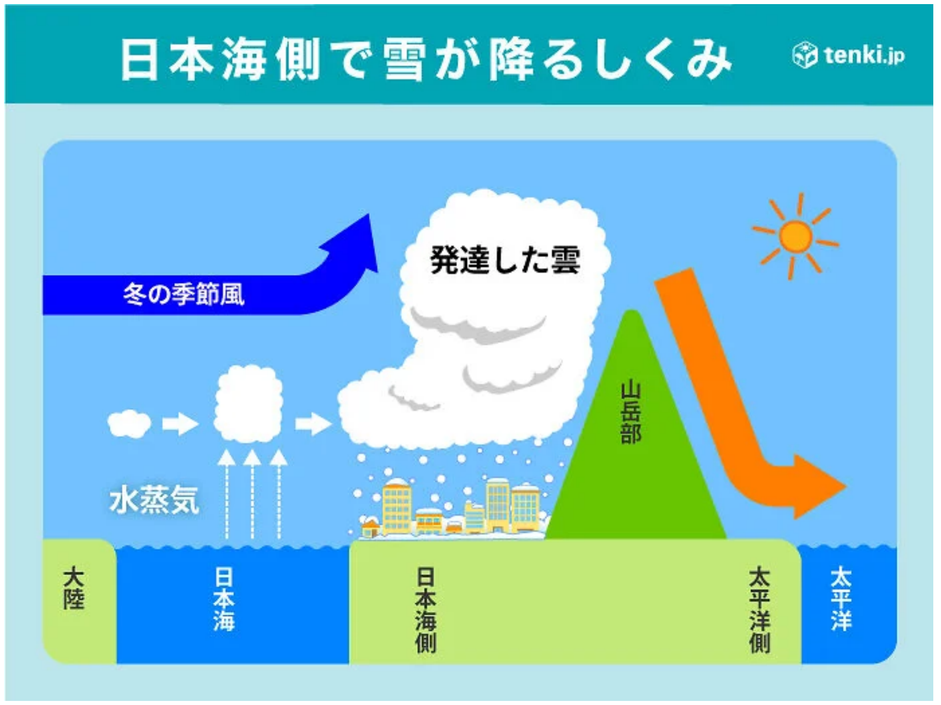
高気圧の部分では，上空から大気が流れる下降気流になる．下降気流では，雲が発生しにくいため好天になりやすい．一方，低気圧の部分では，流れ込んだ大気は上昇気流となって上空へ移動するが，今度は，雲ができ雨が降りやすくなる．



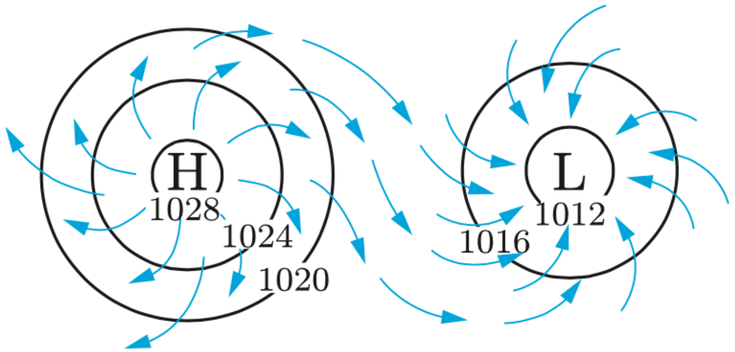
コリオリの力は初めて聞いたので，興味深かった．
今度，晴れたら天気予報をよく見てみようと思う

西高東低　冬型の気圧配置



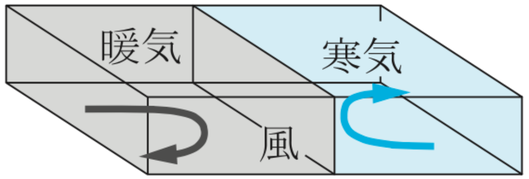


陸は海より冷えやすく、大きな大陸では冷たく重たい空気がどんどんたまる.
冬にはシベリア高気圧が発生し, 日本付近は西高東低に.

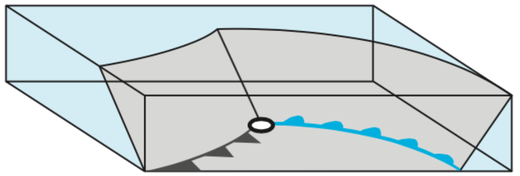


https://tenki.jp/suppl/gureweather_46/2024/12/10/32563.html

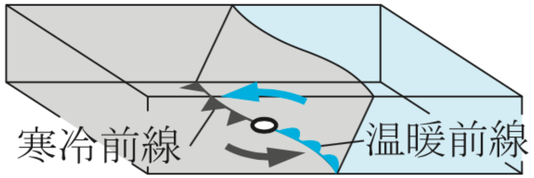
温暖前線(hot front)・寒冷前線(cold front)



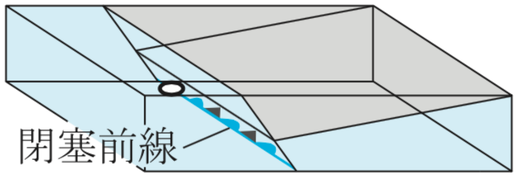
（a）暖気と寒気



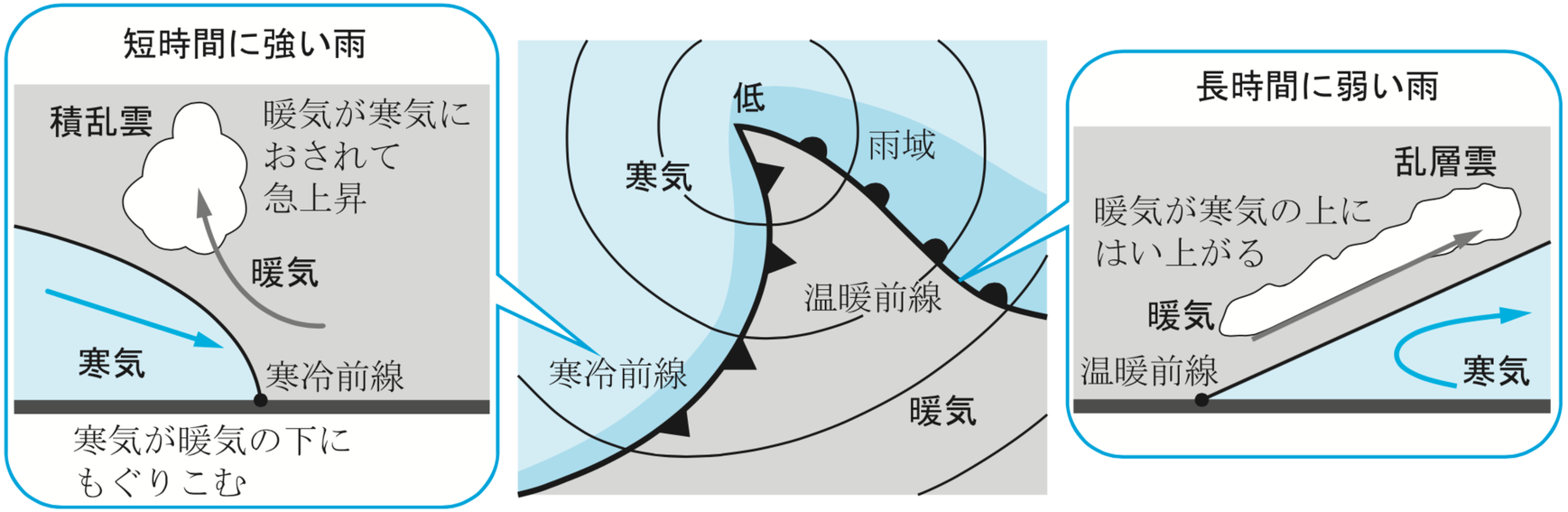
（c）寒冷前線が近づく



（b）温暖前線と寒冷前線の発生



（d）前線が合体し閉塞前線になる



立冬

旧暦で冬のはじまり
今の暦では，11月7-8日前後から二週間



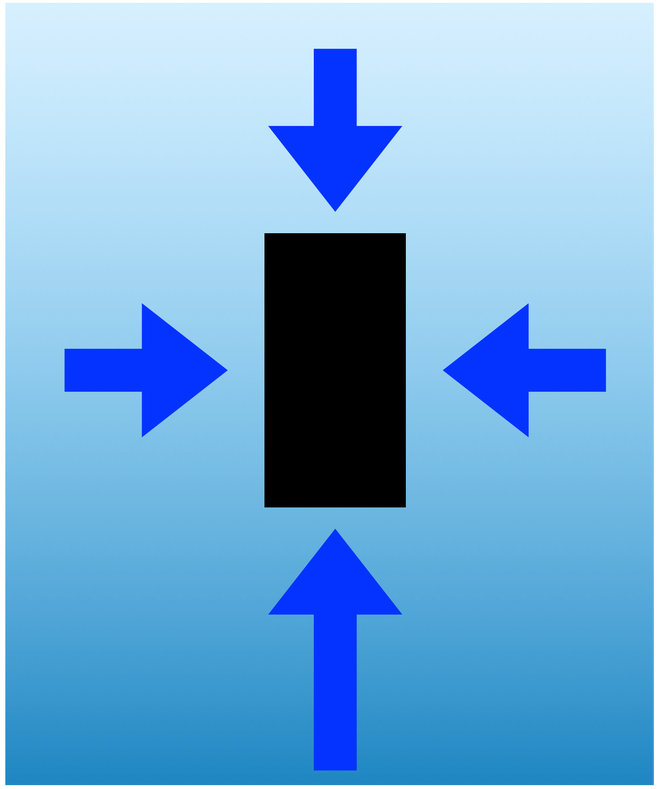
立春(りっしゅん)	2月4日頃	立秋(りっしゅう)	8月8日頃
雨水(うすい)	2月19日頃	処暑(しょしょ)	8月23日頃
啓蟄(けいちつ)	3月5日頃	白露(はくろ)	9月8日頃
春分(しゅんぶん)	3月21日頃	秋分(しゅうぶん)	9月23日頃
清明(せいめい)	4月5日頃	寒露(かんろ)	10月8日頃
穀雨(こくう)	4月20日頃	霜降(そうこう)	10月24日頃
立夏(りっか)	5月5日頃	**立冬(りっとう)**	**11月7日頃**
小満(しょうまん)	5月21日頃	小雪(しょうせつ)	11月22日頃
芒種(ぼうしゅ)	6月6日頃	大雪(たいせつ)	12月7日頃
夏至(げし)	6月21日頃	冬至(とうじ)	12月21日頃
小暑(しょうしょ)	7月7日頃	小寒(しょうかん)	1月5日頃
大暑(たいしょ)	7月23日頃	大寒(だいかん)	1月21日頃

https://tenki.jp/suppl/satoko_o/2024/11/05/32539.html

浮力（buoyancy）

アルキメデスの原理 (Archimedes' principle)

流体中の物体が受ける浮力は，その物体が押しのけた流体の重さ（重力）と同じ大きさである．



物体は流体中であらゆる方向から圧力を受ける．上下方向では，重力も加わる．
物体が流体中にあると，押し除けた分だけ液体の重力が減る．
つまり下向きの圧力が小さくなる．その分が浮力となる．



Topic　氷山の一角

氷の密度は，水の密度 ρ=1 g/cm^3 の約 92%である．断面積 S，高さ h の氷柱があるとき，水中にある部分の高さを d とすると，つりあいの式は，

$$0.92\rho Shg = \rho Sdg$$

下向きの力 = 浮力

となるので，$d = 0.92h$ となる．つまり，氷はわずか 8% だけ水面から顔を出す．「氷山の一角」という言葉がよく使われるが，氷山がみえてもその大部分はみえていないということだ．

前回のミニッツペーパーから

ずっと泳げないのですが、太ってる方が浮きやすいはずだけど、
水中で動くと沈んでいくのは、力が入ってるから？
太っている人が浮きやすいってことは、沈みやすいってこともあるのか？



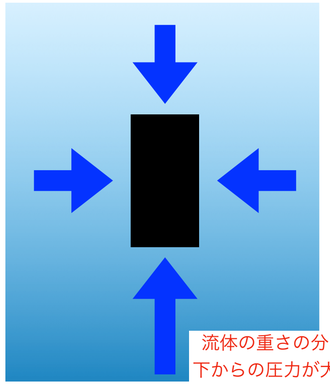
太った人ほど浮きやすい

3. 流体 》 3.2 浮力　　教科書 p98

浮力（buoyancy）

アルキメデスの原理 (Archimedes' principle)

流体中の物体が受ける浮力は，その物体が押しのけた流体の重さ（重力）と同じ大きさである．



物体は流体中であらゆる方向から圧力を受ける．上下方向では，重力も加わる．
物体が流体中にあると，押し除けた分だけ液体の重力が減る．
つまり下向きの圧力が小さくなる．その分が浮力となる．



Topic　氷山の一角

氷の密度は，水の密度 ρ=1 g/cm^3 の約 92%である．断面積 S，高さ h の氷柱があるとき，水中にある部分の高さを d とすると，つりあいの式は，

$$0.92\rho Shg = \rho Sdg$$

下向きの力 = 浮力

となるので，$d = 0.92h$ となる．つまり，氷はわずか 8% だけ水面から顔を出す．「氷山の一角」という言葉がよく使われるが，氷山がみえてもその大部分はみえていないということだ．

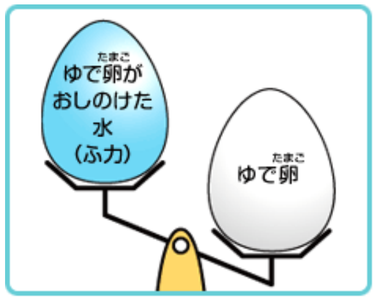
37

浮力を説明できれば，一目置かれますよ．

私も死海で浮かびたいです

前回のミニッツペーパーから

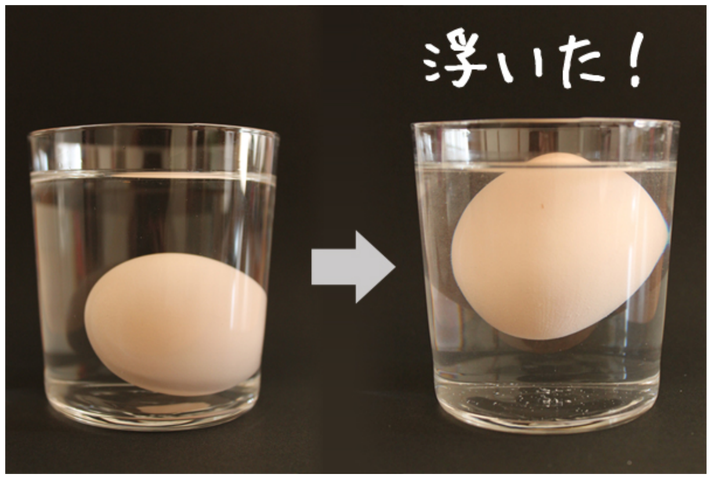
塩水にすると，卵が浮かびやすくなる.



ゆで卵の重さよりもふ力が小さいのでしずむ。



ゆで卵の重さよりもふ力が大きいのでうかぶ。



http://mizuiku.suntory.jp/kids/research/j2_3_2.html

塩水に卵を浮かばせた. 全重量（水＋卵＋塩）は, 実験前にくらべて増加？減少？同じ？
理由も述べよ.

前回のミニッツペーパーから

〔6-2〕(次回向けのクイズ)

塩水に卵を浮かばせた. 全重量(水＋卵＋塩)は, 実験前にくらべて増加？減少？同じ？
理由も述べよ.

実験前と同じ.
質量保存の法則により, 卵が浮き上がっても, 重力が質量は変化しないから。

同じ　質量保存が成り立ったよ。

浮力で卵が浮くため全重量は同じまま。

〔6-1〕 軽くなる

浮力が上向きに働いているから

容器の中にあるものの種類も量も変わらないから。

同じ.
何も足していないから

卵に浮力が生じた分, 塩水に浮かばせた＜実験前の全重力となる.
減少

1. 同じ
(理). 質量保存の法則により, 外部との物質の出入りがなければ, 全体の量は変わらないから
ex) 水＋塩＋卵 ＝ 塩水＋卵

同じ　塩が溶けたり、水の量が変化することはないから。

同じだと考えます.
理由は 物質が混ざっても重さは変化しないという質量保存の法則があるため.

同じ
卵を浮かべるために塩を溶かしても, 物質そのものがなくなるわけではないので, 変わらない.

同じ。→ 1つ1つの質量に変化がないから全体の質量も変化しない。

全重量は変わらない。質量保存の法則があるから. 全ての重量を合わせたものは, 卵を入れる前でも後でも変わらない.

同じ. 卵を塩水に入れても容器の中にある水・卵・塩の合計の質量は変わらない

〔6-1〕同じ
塩水にしても重さは変わらないし. 卵をうかせても重さを変える要因はなにもないと考えから.

同じになる。理由は実験前と後で同じ水と卵と塩を使っているから重量は変わらないと思います。

〔6-1〕 同じ. 浮力により卵が浮いていても, 卵や水・塩の重量自体に変化は無いと考えたから


同じだと思いました.
塩水により浮力が上がって卵はより浮くと思いますが, 質量は変わらないから

同じ。全体の重さは変わらないから.

増加する。重量は浮力があっても

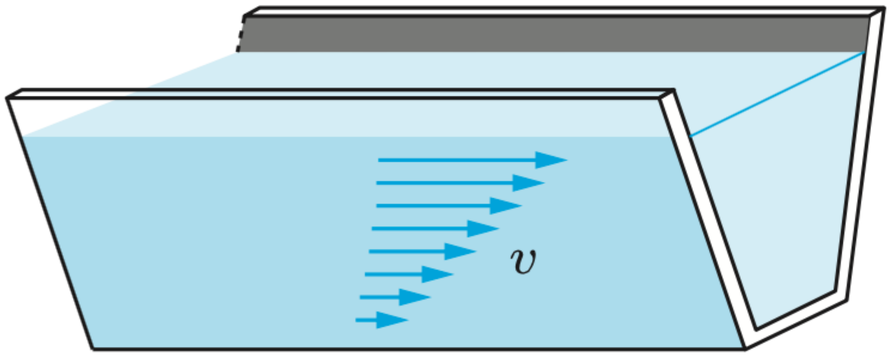
増加する
塩を加えるので, 塩の分重量が増加

同じ　17
減少　2
増加　2

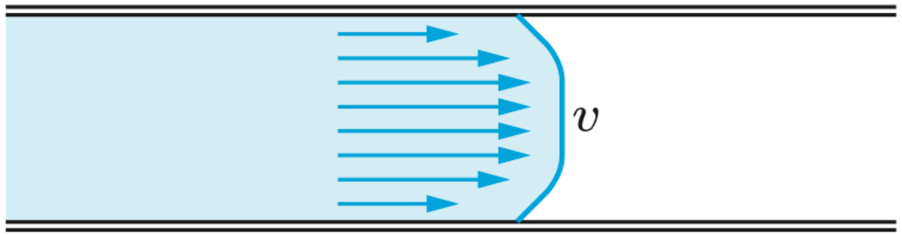
粘性 (viscosity)：内部摩擦力

粘性

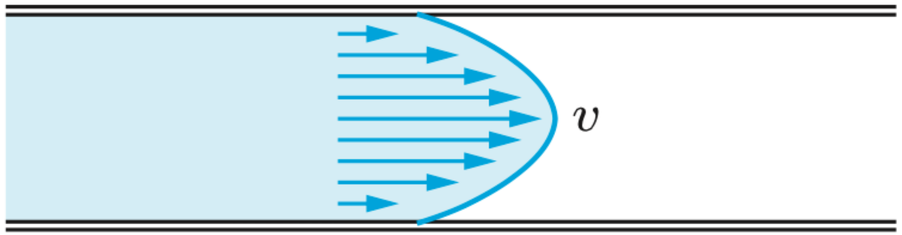
水，油，ガスなどの流体が流動するとき，必ずその流れに抵抗しようとする内部摩擦力が働く．流体の持つこのような性質を**粘性** (viscosity) とよぶ．[3]



（a）

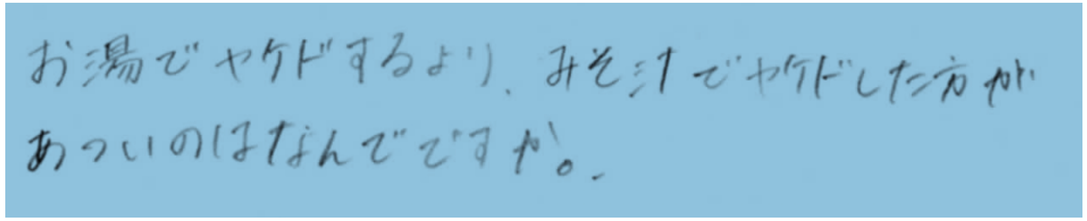


（b）粘性が小さい場合



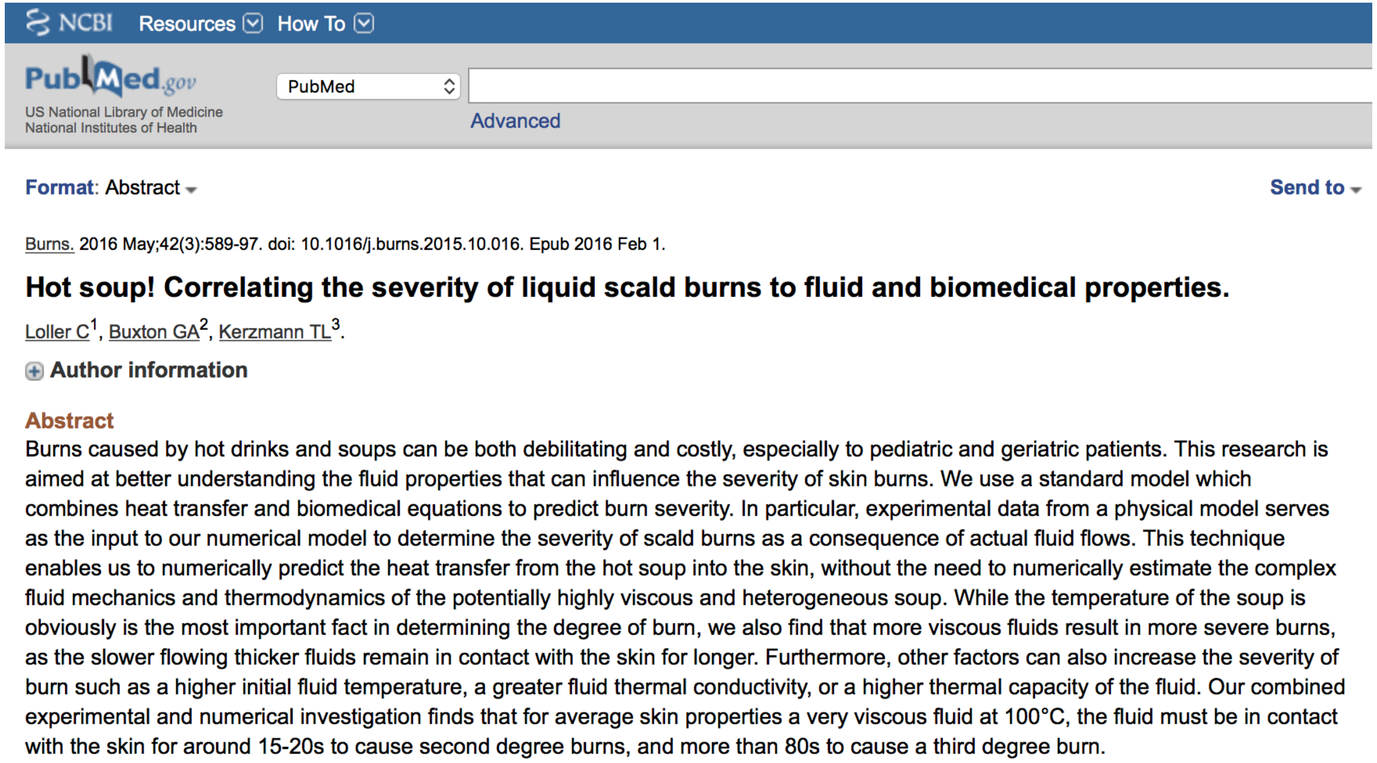
（c）粘性が大きい場合

粘性 (viscosity)：内部摩擦力



✕ みそ汁やスープの方が温度が高い

お湯よりみそ汁やスープの方が，粘性があって肌にくっつくから



NCBI Resources How To

PubMed.gov
US National Library of Medicine
National Institutes of Health

PubMed

Advanced

Format: Abstract

Send to

Burns. 2016 May;42(3):589-97. doi: 10.1016/j.burns.2015.10.016. Epub 2016 Feb 1.

Hot soup! Correlating the severity of liquid scald burns to fluid and biomedical properties.

Loller C[1], Buxton GA[2], Kerzmann TL[3].

Author information

Abstract

Burns caused by hot drinks and soups can be both debilitating and costly, especially to pediatric and geriatric patients. This research is aimed at better understanding the fluid properties that can influence the severity of skin burns. We use a standard model which combines heat transfer and biomedical equations to predict burn severity. In particular, experimental data from a physical model serves as the input to our numerical model to determine the severity of scald burns as a consequence of actual fluid flows. This technique enables us to numerically predict the heat transfer from the hot soup into the skin, without the need to numerically estimate the complex fluid mechanics and thermodynamics of the potentially highly viscous and heterogeneous soup. While the temperature of the soup is obviously is the most important fact in determining the degree of burn, we also find that more viscous fluids result in more severe burns, as the slower flowing thicker fluids remain in contact with the skin for longer. Furthermore, other factors can also increase the severity of burn such as a higher initial fluid temperature, a greater fluid thermal conductivity, or a higher thermal capacity of the fluid. Our combined experimental and numerical investigation finds that for average skin properties a very viscous fluid at 100°C, the fluid must be in contact with the skin for around 15-20s to cause second degree burns, and more than 80s to cause a third degree burn.

粘性 (viscosity)：内部摩擦力

冷たい水を入れた時と，温かいお湯を入れた時で出る音の高さがちがう理由。



https://www.youtube.com/watch?v=Ri_4dDvcZeM

温度が上がると分子の振動が激しくなり、分子同士の間隔が広がって分子間力が弱まるので、**一般に液体の粘度は高温になるほど小さくなる。**

前回のミニッツペーパーから

世界で1番長い時間がかかった実験は69年の間誰かが見ていたのかなと思いました。

【実験ですよ】

69年かかって，1滴落下

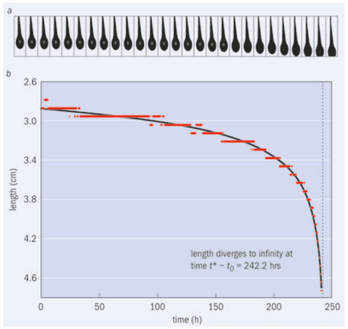
2014/5/15

The drop heard round the world

イギリスのTrinity College Dublinのグループが実験した，超粘性液体の落下の動画視聴が，200万回に達したという．（Physics World 2014年5月号）蜂蜜の200万倍の粘性をもつ液体が１滴落ちる瞬間は，1ヶ月前に予言されたように，2013年6月11日に生じた．1944年10月に始まった実験で69年かかった．







$$L = L_1 - L_0 \frac{t^*}{(t+t_0)} \ln\left[1 - \frac{(t+t_0)}{t^*}\right],$$

http://physicsworld.com/cws/article/indepth/2014/may/01/the-drop-heard-round-the-world
http://www.tcd.ie/Physics/tar-experiment/

55

船の下で出っぱっていた突起は何の役割があるのですか？



波の抵抗を少なくするはたらきがあるそうです

【身近な技術】

流体中の抵抗をどうやって減らすか？

教科書 p101













3.3.2 揚力:飛行機はなぜ飛ぶか

法則 **ベルヌーイの定理**

流体の粘性が少なくて流れが定常的な場合，その流れに沿って「単位体積あたりの運動エネルギーと圧力の和」は一定に保たれる．

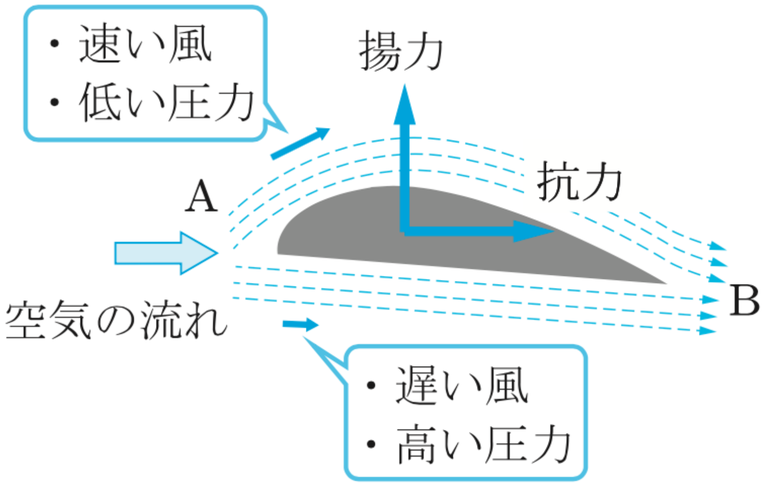
これはエネルギー保存則の一種だが，数式で示すと次のようになる．

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{一定} \tag{3.5}$$

この式は，流速 v が大きいと流体からの圧力 P が小さくなり，流速が小さいと圧力が大きくなることを示している．

Daniel Bernoulli
(1700-1782)

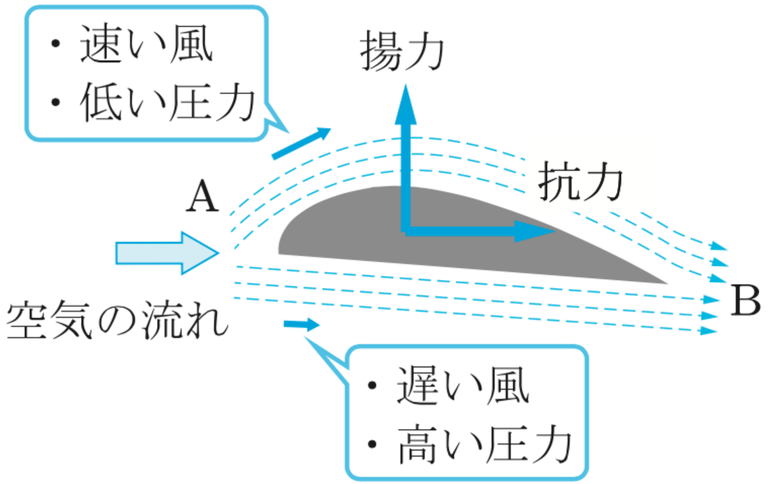


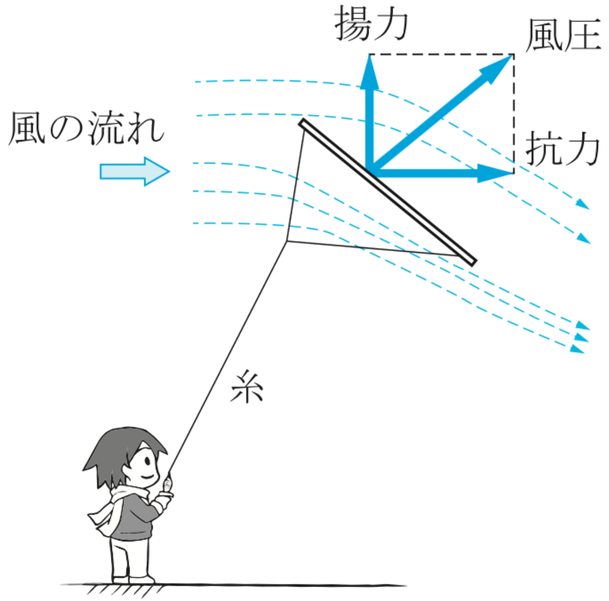


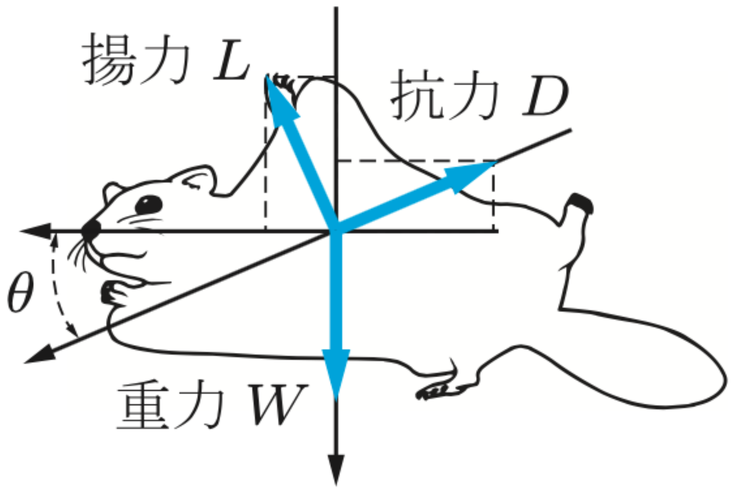


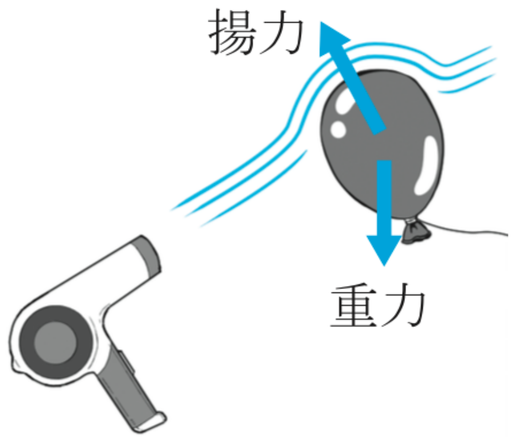
飛行機がとぶしくみは物理でなるめなかったのでおもしろかったです

3.3.2 揚力：飛行機はなぜ飛ぶか









実験 12　風船を空中で留める

風力によって揚力が生まれる様子を体験しよう．風船を息で膨らませると，ゆっくりと落下する風船になる．ヘアドライヤーで風船の上部をねらって風を送ると揚力が生じ，重力とつりあって風船を空中で留めておくことができる．



図 3.28　風船の上部に風を当てる

ふうせんの実験がおもしろかった。

実験を見るのが面白かったです。

3.3.2 揚力:飛行機はなぜ飛ぶか

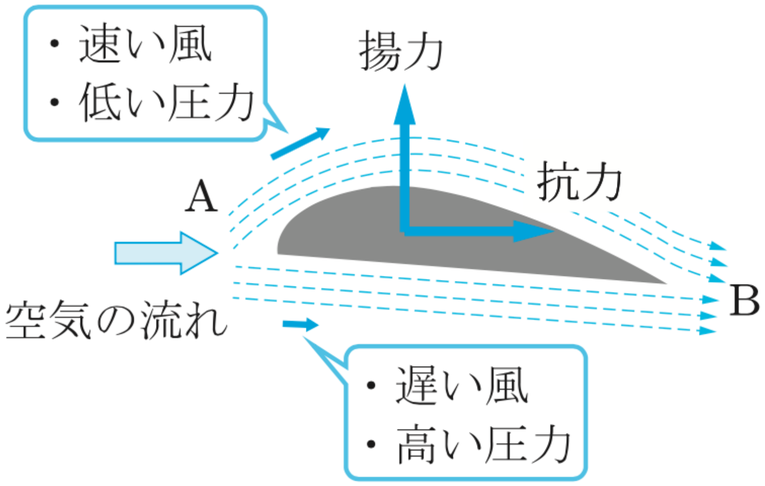
法則 **ベルヌーイの定理**

流体の粘性が少なくて流れが定常的な場合，その流れに沿って「単位体積あたりの運動エネルギーと圧力の和」は一定に保たれる．

これはエネルギー保存則の一種だが，数式で示すと次のようになる．

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{一定} \tag{3.5}$$

この式は，流速 v が大きいと流体からの圧力 P が小さくなり，流速が小さいと圧力が大きくなることを示している．



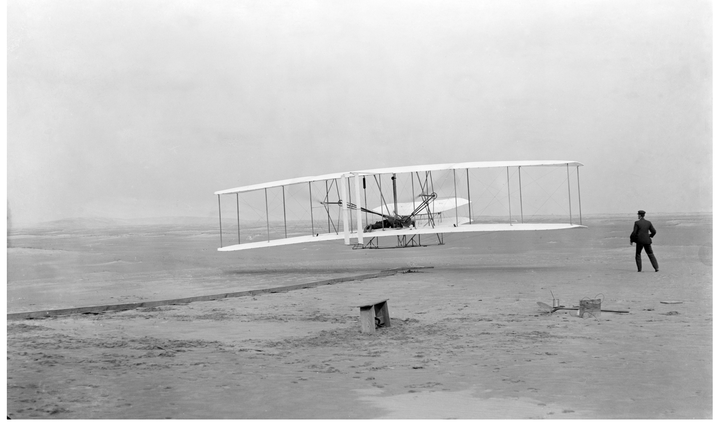
Daniel Bernoulli
(1700-1782)





ライト兄弟，1903年　初の有人動力飛行

ノースカロライナ州キルデビルヒルズの砂丘における初飛行（1903年12月17日）。操縦者はオーヴィル。横にいるのはウィルバーで、離陸滑走の間、地面に触れないように支えていた翼端を離している。この飛行を見ていた観客はわずか5人であった。



- 1回目: 12秒、120ft（約36.5m）
- 2回目: 12秒、175ft（約53.3m）
- 3回目: 15秒、200ft（約60.9m）
- 4回目: 59秒、852ft（約259.6m）

Wilbur Wright （1867-1912）
Orville Wright （1871-1948）

リンドバーグ，1927年，初の単独大西洋横断飛行



Charles Lindbergh (1902-1974)
スピリット・オブ・セントルイス号

「翼よ、あれがパリの灯だ！」と叫んだとされる

「誰か英語を話せる人はいませんか？」
（この後英語を話せる人に**「ここはパリですか？」**と尋ねる）」であるという説と、
「トイレはどこですか？」

通販生活でしか買えないUVウェアシリーズ

昨夏売上げ第2位

ベルヌーイの帽子 ●フリーハンド

自転車で風にあおられても飛ばない「ベルヌーイ構造」と「99%超のUVカット効果」で人気16年目。





玄海灘の強風に向かって自転車を漕いでも飛ばされないから、この帽子、夏の自転車通勤には欠かせません。
今村真弓さん（福岡県）





めったに飛ばない理由をくわしく説明しますね。ポイントはツバのまわりにぐるりとついている「風の通り道」。次のような構造になっています。

（1）帽子の下に入った風は「風の通り道」を抜ける。

（2）するとツバの上下で気圧差が生まれ、気圧の低い下側に帽子が押しつけられる。

これがベルヌーイの定理です。

この商品をすぐ申込む

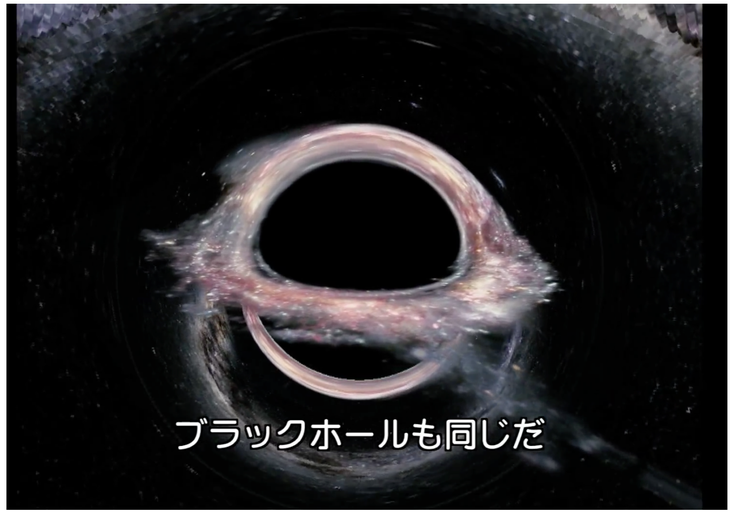
前回のミニッツペーパーから



ベルヌーイの浮力の形がブラックホールの流れにも見えました.
映画, 0 Gravity 見ました! 面白かったです. 先生は,「インターステラ」をご存じですか?
私は大好きです! (あと, Discroger day!)





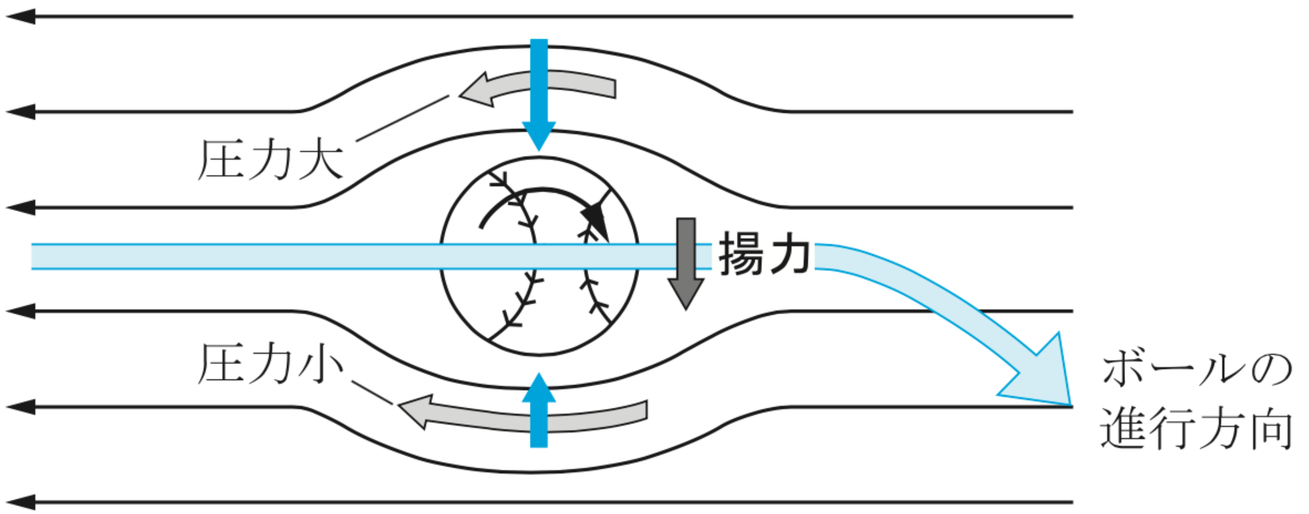


映画「インターステラー」は, 物理学者 Kip Thorne が Exec. Producerとなって
ブラックホールがどう見えるのかをきちんとシミュレーションして得た画像を
使っています.

【身近な技術】

ピッチャーの投げたボールが，カーブを描く理由

教科書 p102



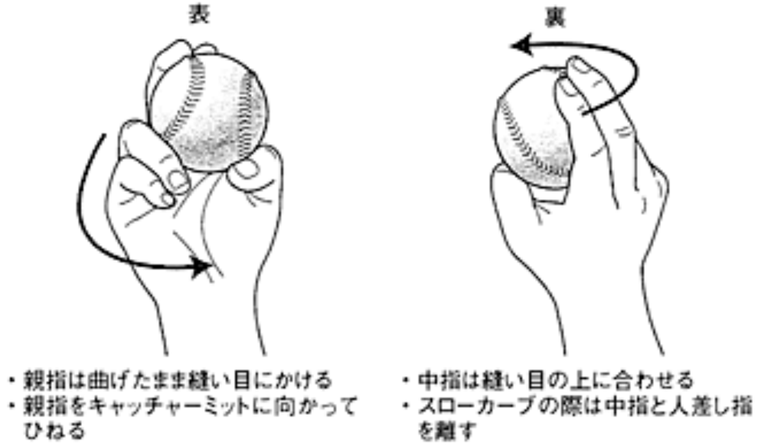


図1　カーブの握り方

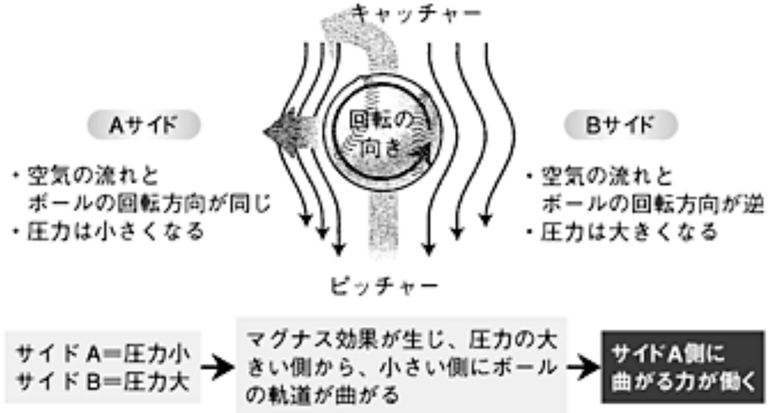
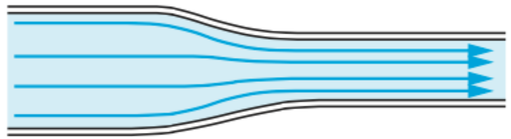


図2　カーブに働く「マグヌス力」（児玉、2008より）

http://www.bunet.jp/world/html/20_11/518_ouryou/index.html

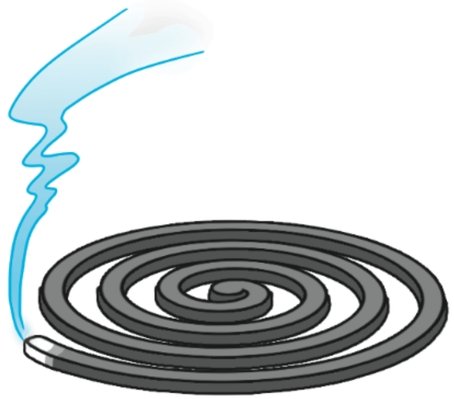
3.3.3 乱流



（a）層流



（b）乱流



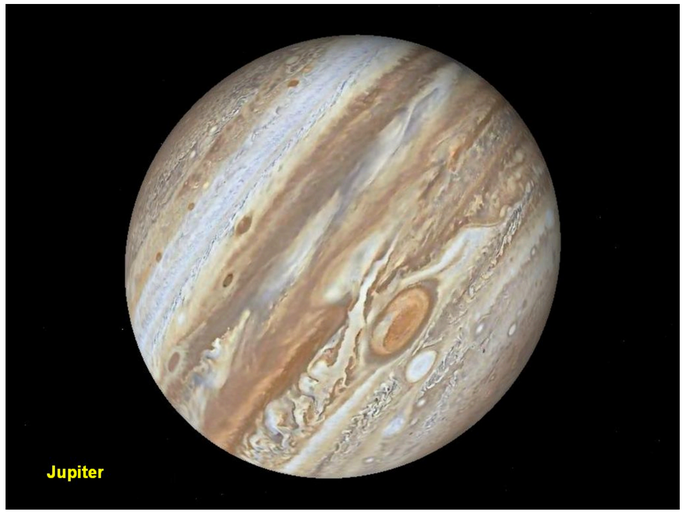


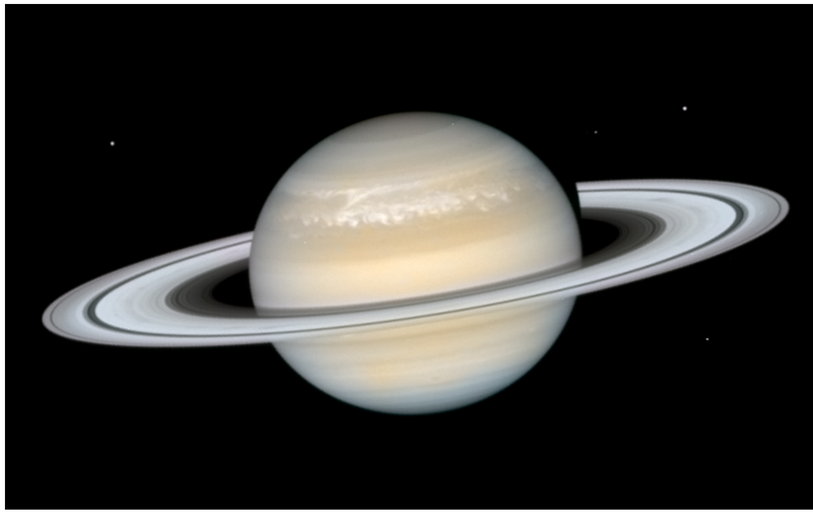
Leonardo da Vinci
(1452—1519)





(a) 層流　(b) 乱流





カルマンの渦列

渦ができるのも，流体の性質の 1 つである．1 列にならんだ渦は不安定で長持ちしないが，2 列あると安定に存在できることが知られている．カルマン (Th. von Karman) によって 1911 年に示されたことから，**カルマンの渦列**という（図 3.17）．

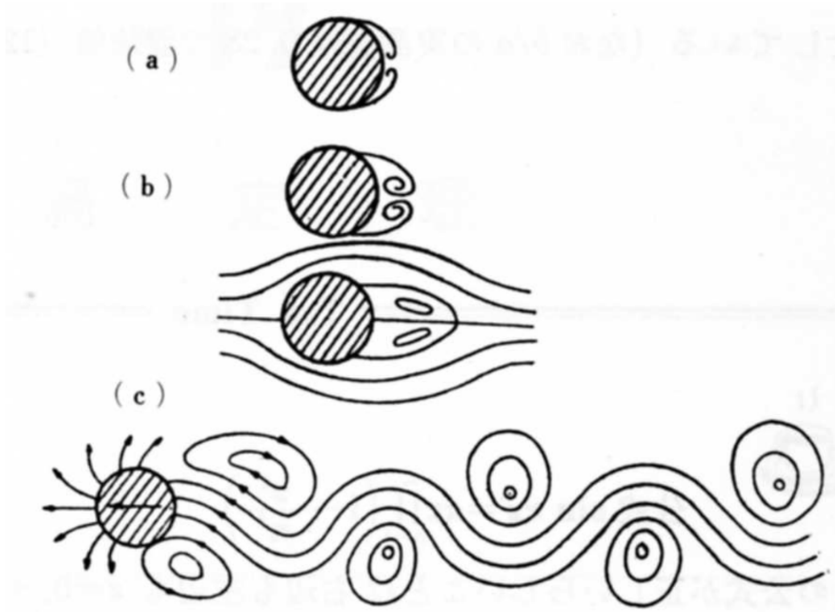


図 70

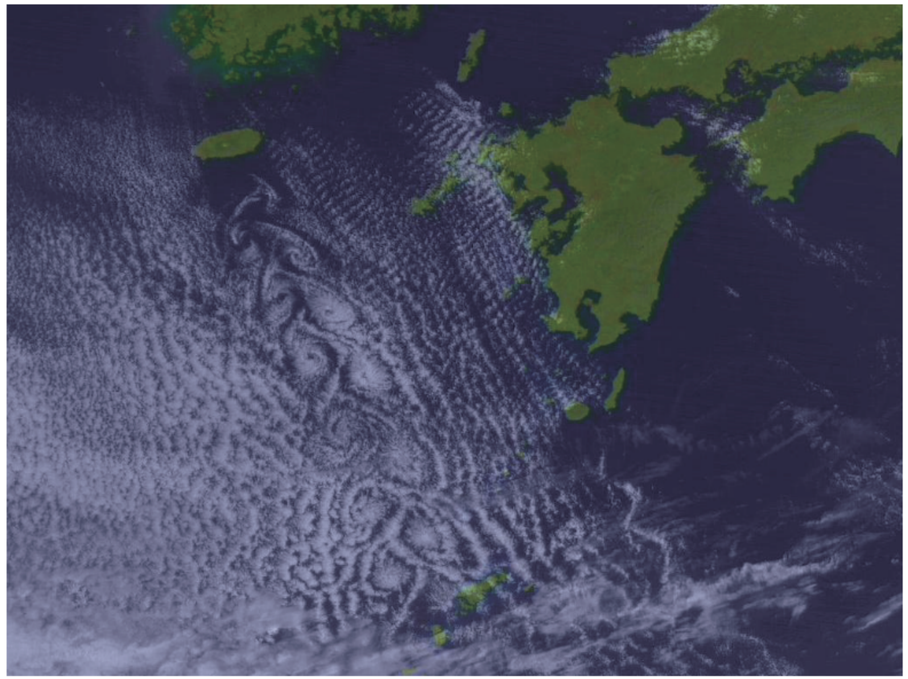


図 3.17: 〔左〕カルマン渦のできるしくみ（戸田盛和，流体力学 30 講，朝倉書店 1994）．〔右〕2007 年 2 月 15 日の雲．済州島や屋久島付近ではよくカルマン渦ができることが知られている．

Topic　風に吹かれて旗がはためく

「風に吹かれて旗がはためく」のも「小川の杭にかかった水草がゆれる」のも，カルマン渦による現象である．ラーメンや味噌汁をよそい終わり，具がなくなった鍋で（あるいは粘性のある大きな液体の水面で），割り箸を一本立てて手前に引くと，カルマン渦をつくることができる．



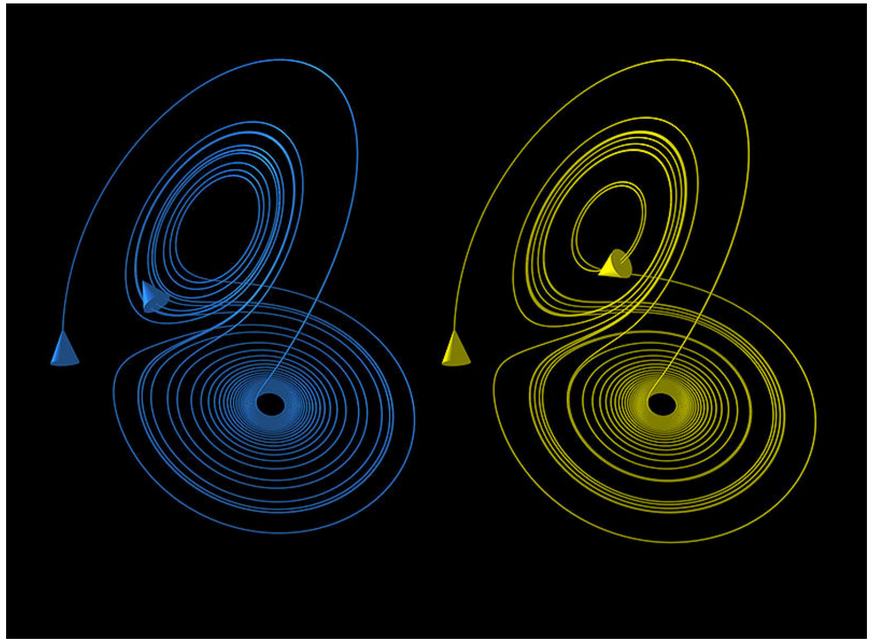
よく言われる「旗めく星条旗」の写真。アポロ11号でオルドリン宇宙飛行士が旗の前に立っている。

Photo by NASA, 写真番号 AS11-40-5874, 出典: http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/apollo/apollo11/html/as11_40_5874.html

バタフライ効果　butterfly effect

カオス力学系で生まれた言葉で，極めて小さな初期条件の差が，やがては無視できない大きな差となる現象のこと.

In chaos theory, the butterfly effect is the sensitive dependence on initial conditions, where a small change at one place in a deterministic nonlinear system can result in large differences to a later state.



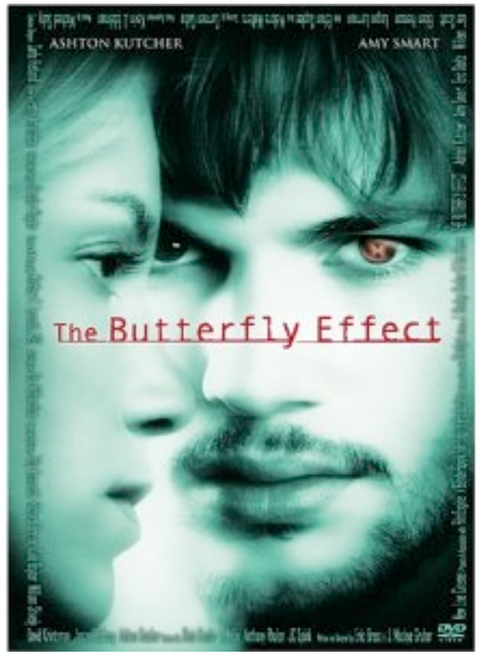
http://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly_effect

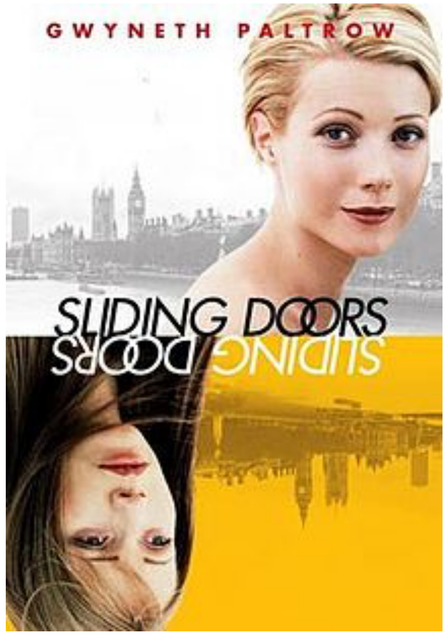
「北京で蝶が羽ばたくと、ニューヨークで嵐が起こる」

「アマゾンを舞う1匹の蝶の羽ばたきが、遠く離れたシカゴに大雨を降らせる」



Edward Norton Lorenz
(1917-2008)





コラム 20　バタフライ効果

ローレンツは，カオスの例として，「北京で蝶が羽ばたくと，ニューヨークで嵐が起こる」とか，「アマゾンを舞う 1 匹の蝶の羽ばたきが，遠く離れたシカゴに大雨を降らせる」などとと表現した．どちらも極端な例えだが，このため，非線形方程式に生じるカオス現象は，**バタフライ効果**ともよばれる．

複雑系のふるまいは，現在でも研究が進行中の分野である．アメリカのクレイ数学研究所によって 2000 年に発表された「ミレニアム懸賞問題七つ」の一つに，流体の基礎方程式であるナビエ・ストークス (Navier-Stokes) 方程式の解の存在問題があり，100 万ドルの懸賞金がかけられている．

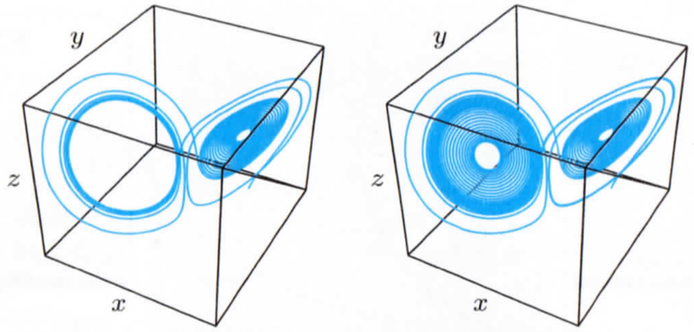
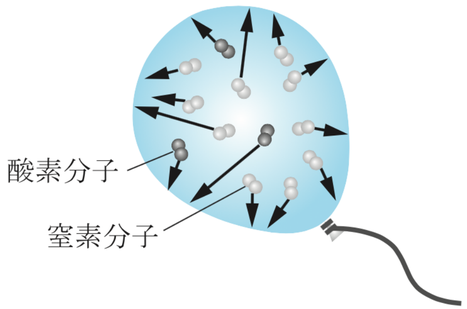
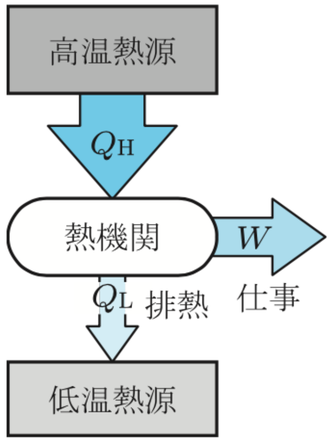


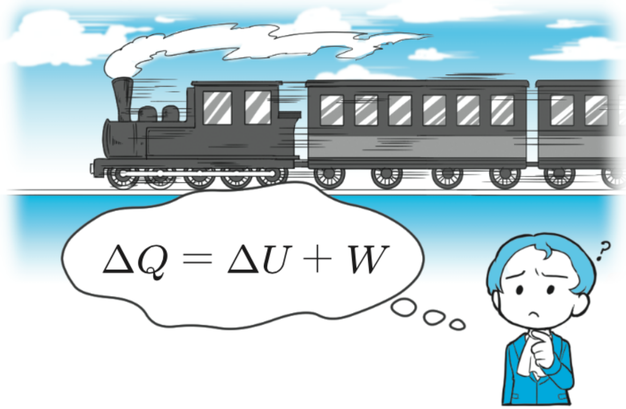
図 3.36　初期値がわずかに異なる二つのローレンツ方程式の軌跡が，しだいにずれていく





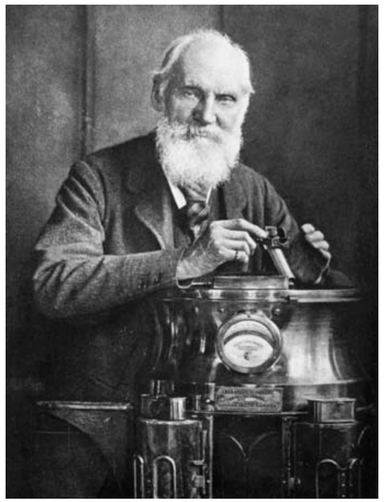






○第４章　熱と気体―熱エネルギー ―――― 109
4.1　温度は何で決まるのか―目にみえないが感じられる分子運動　110
4.2　気体の法則・熱力学の法則―エネルギーの移動とうまくつきあう　120
4.3　熱効率と不可逆変化―永久機関はなぜ不可能なのか　128

4.1　温度は何で決まるのか

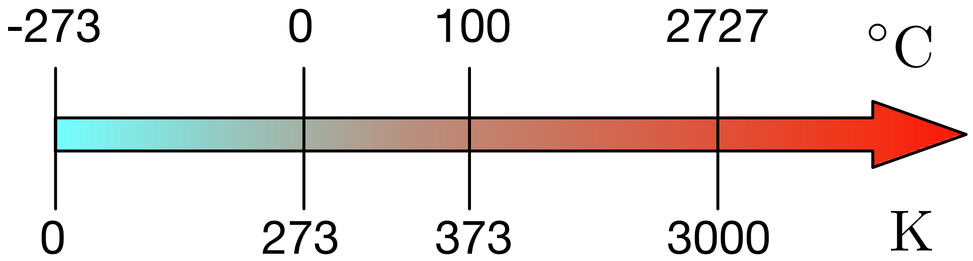


Lord Kelvin
(1824–1907)

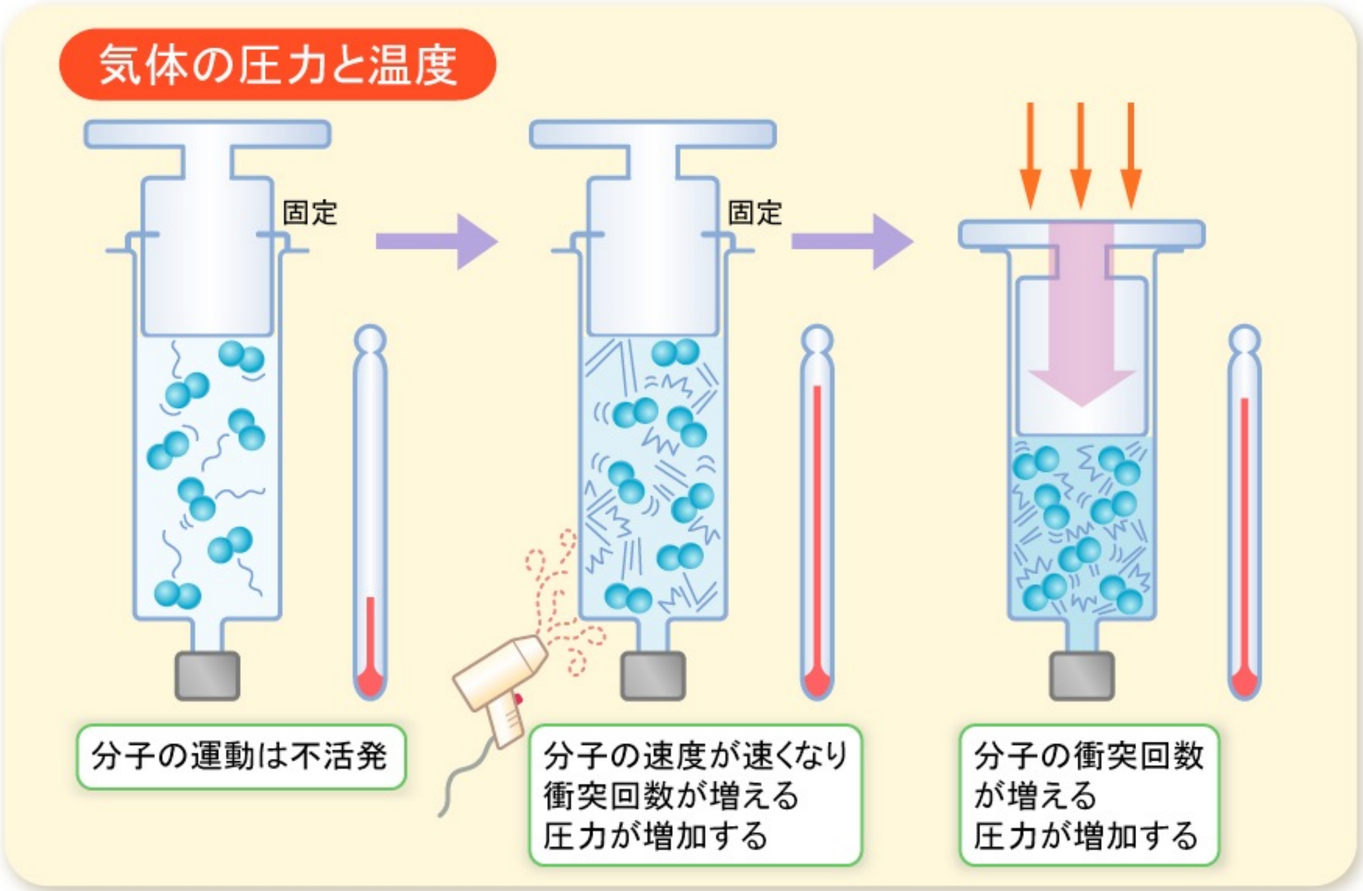
定義　**絶対温度**

温度は，日常では摂氏温度 $t\,[^\circ\mathrm{C}]$ だが，物理法則では**絶対温度** $T\,[\mathrm{K}]$（ケルビン）を使う．両者の関係は，次の式のようになる．

$$\text{絶対温度 } T\,[\mathrm{K}] = \text{摂氏温度 } t\,[^\circ\mathrm{C}] + 273.15 \qquad (4.1)$$



4.1　温度は何で決まるのか



温度＝分子の運動の激しさ（＝運動エネルギー）

http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0200a/contents/30302.html

融解熱・気化熱（蒸発熱）

氷の融解熱

1 g あたり，

333.5 J/g ＝ 80 cal/g

1 mol あたりでは，

6 kJ/mol＝1440 cal/mol

水の蒸発熱

1 g あたり，

2257 J/g ＝ 540 cal/g

1 mol あたりでは，

41 kJ/mol ＝ 9720 cal/mol

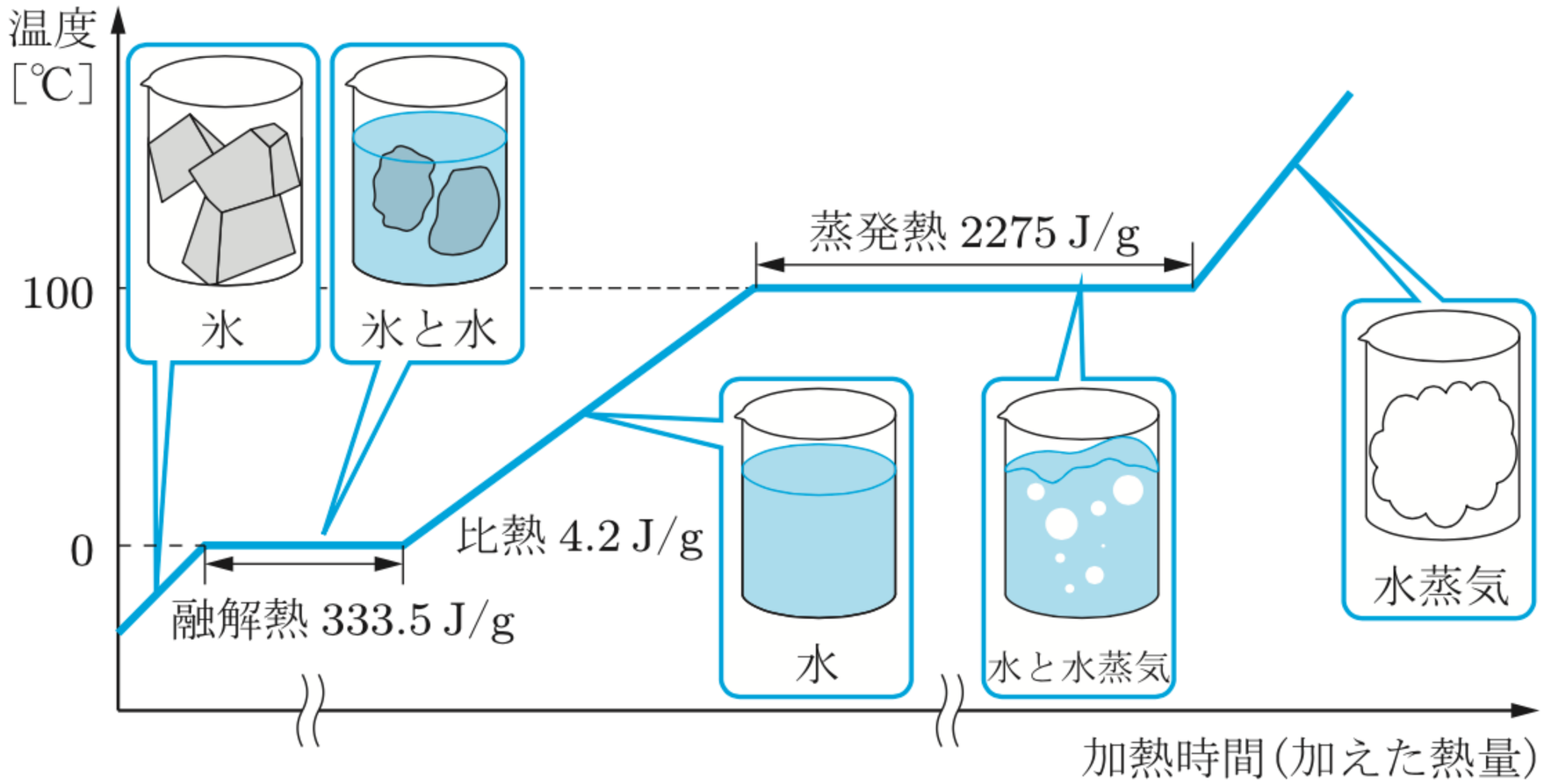
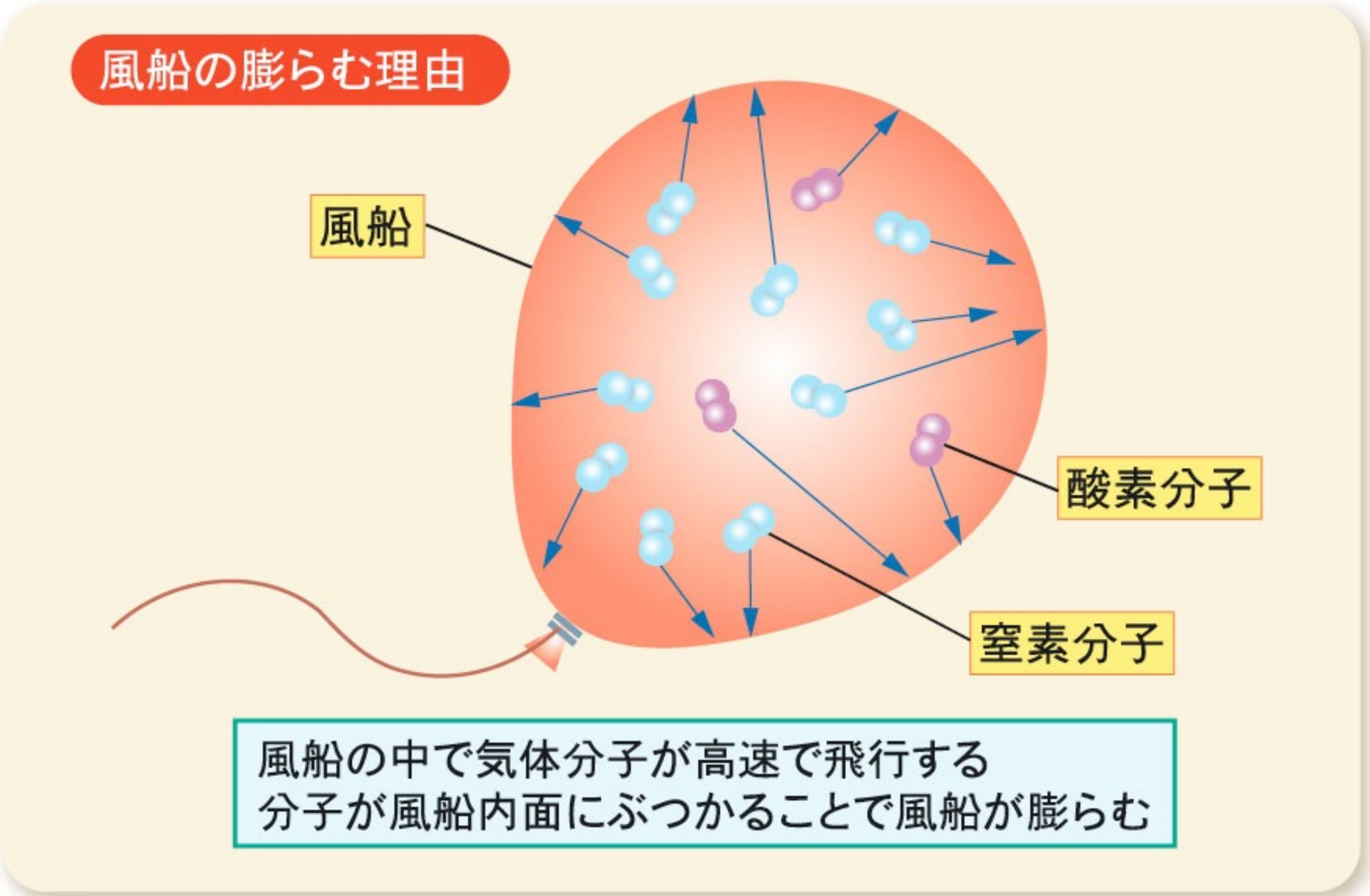


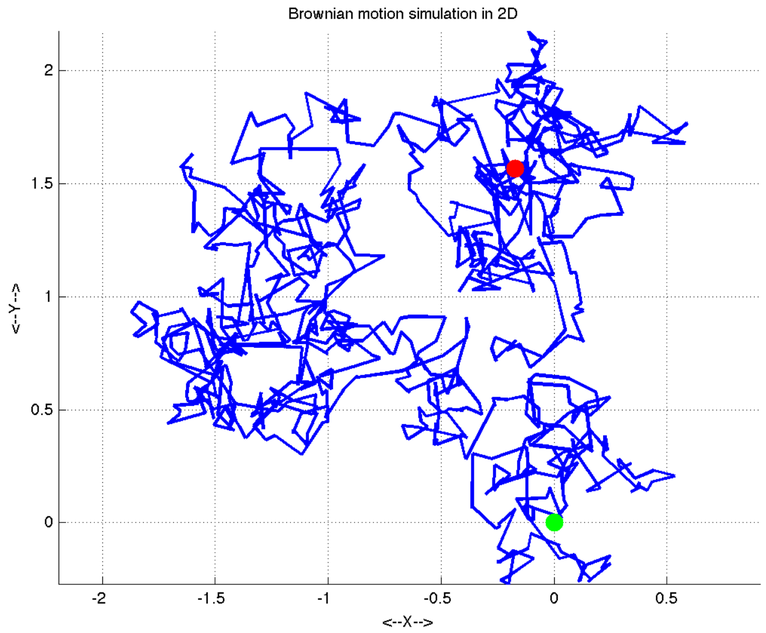
図 4.9　水の状態変化

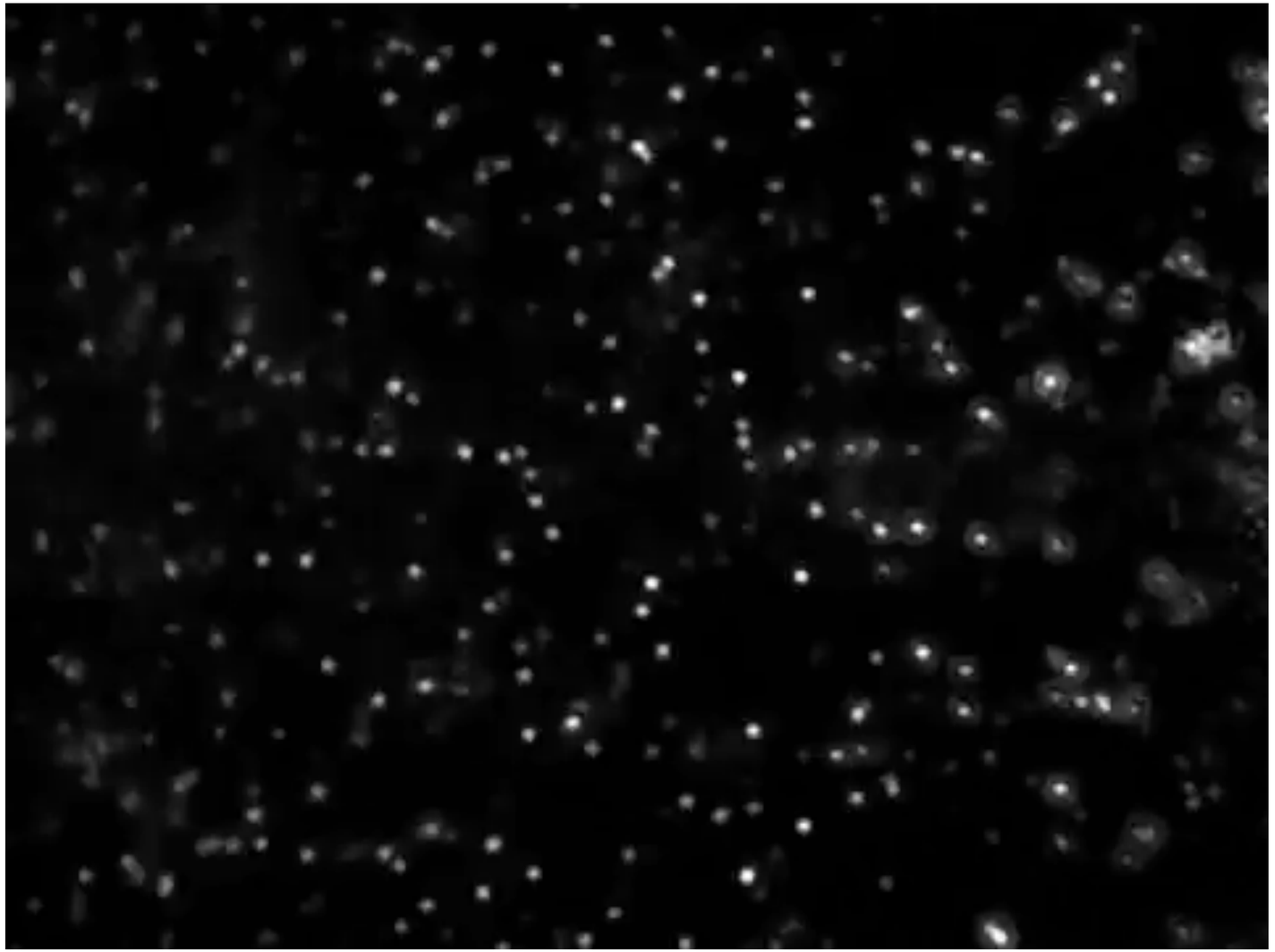
分子運動で説明できる



http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0200a/contents/30301.html

ブラウン運動（＝水分子が微粒子を常に動かす）





温度の単位〔℃〕〔F〕〔K〕

- 摂氏，℃（セルシウス氏，摂修）
  水の融点を0，沸点を100とする
- 華氏，F（ファーレンハイト氏，華倫海）
  氷と塩化アンモニウムの混合物で約 -18 ℃，人間の体温を96とする.

（摂氏温度）＝（華氏温度 - 32) x 5/9

- 絶対温度，K（ケルビン）
  -273 ℃=0 K，1度幅は℃と同じ.

（絶対温度）＝ (摂氏温度) + 273

アメリカ人は〔F〕を使う

More than a thousand heat records broken across the U.S. in a WEEK

By DAILY MAIL REPORTER

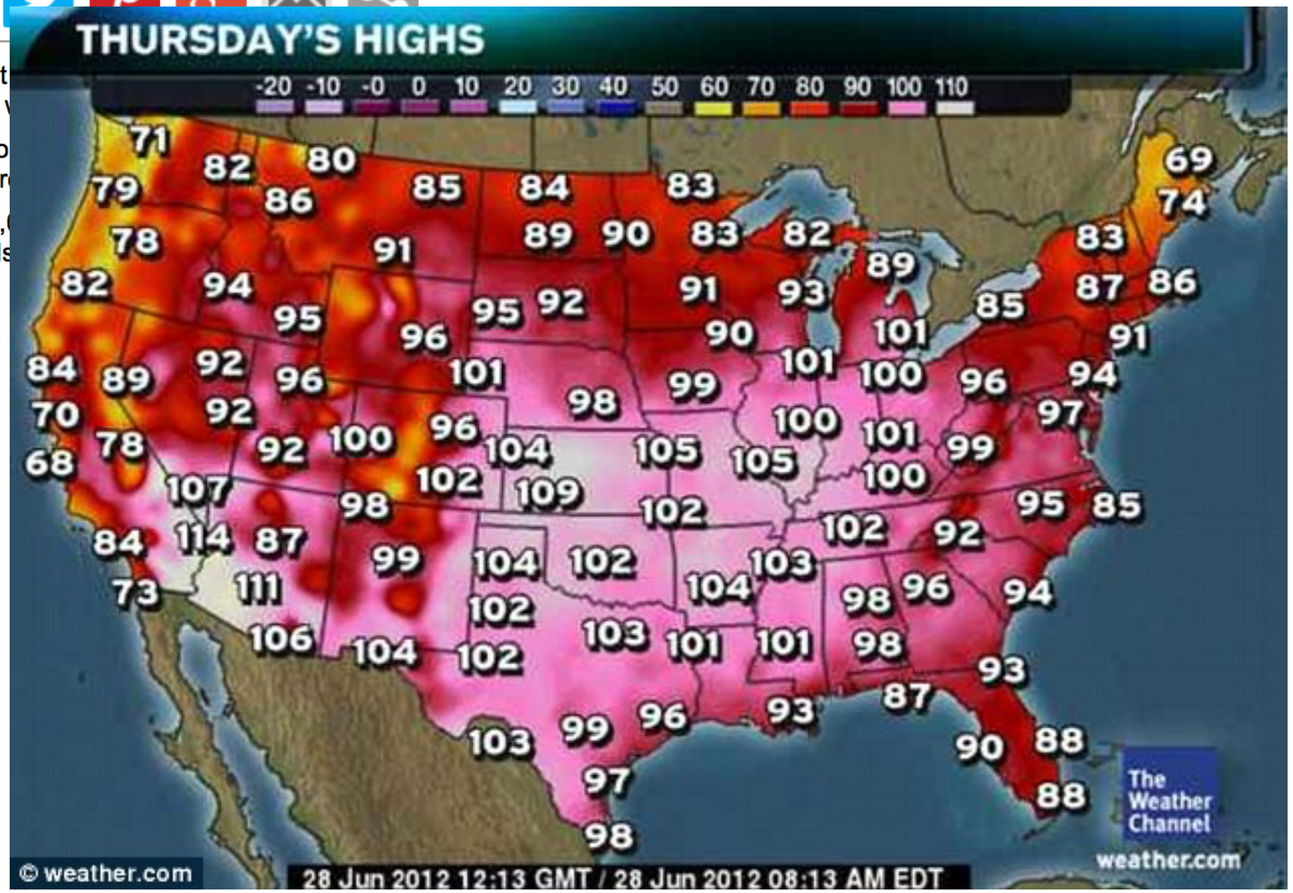
PUBLISHED: 02:32 GMT, 28 June 2012 | **UPDATED:** 13:15 GMT, 28 June 2012

Share

Feeling hot? It's not
slashed in the past

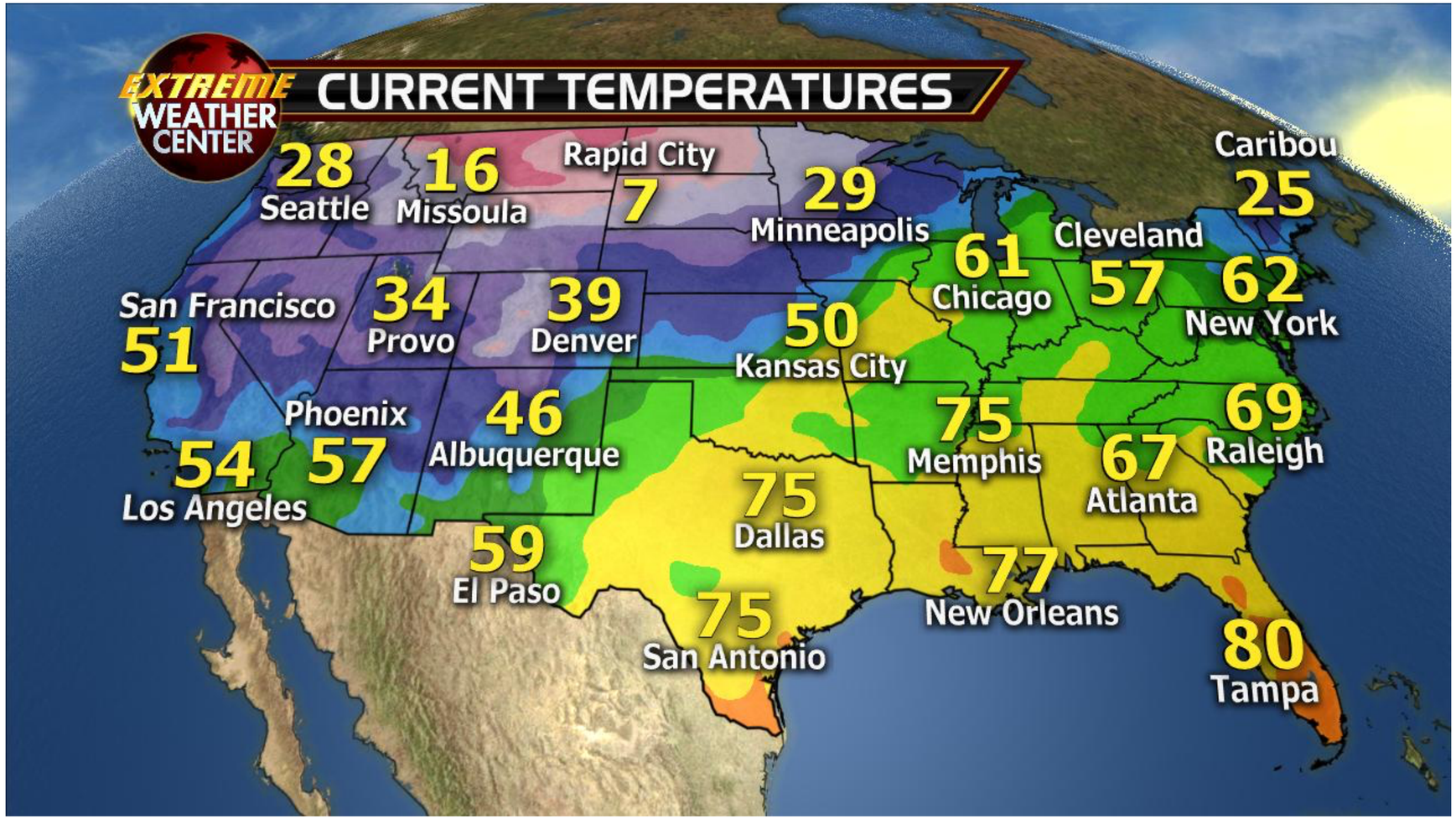
From the wildfire-co
temperatures are cr

In the past week, 1,
temperature records



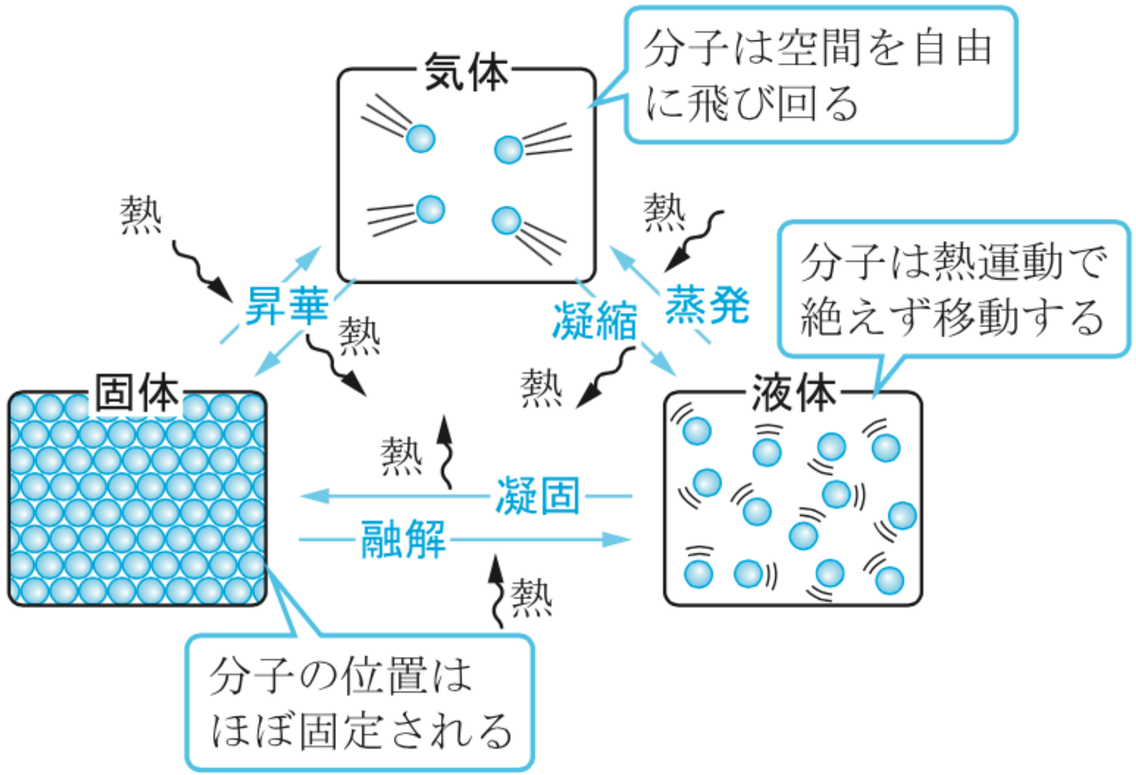
http://www.dailymail.co.uk/news/article-2165806/More-1-000-heat-records-broken-cities-U-S-week.html

アメリカ人は〔F〕を使う

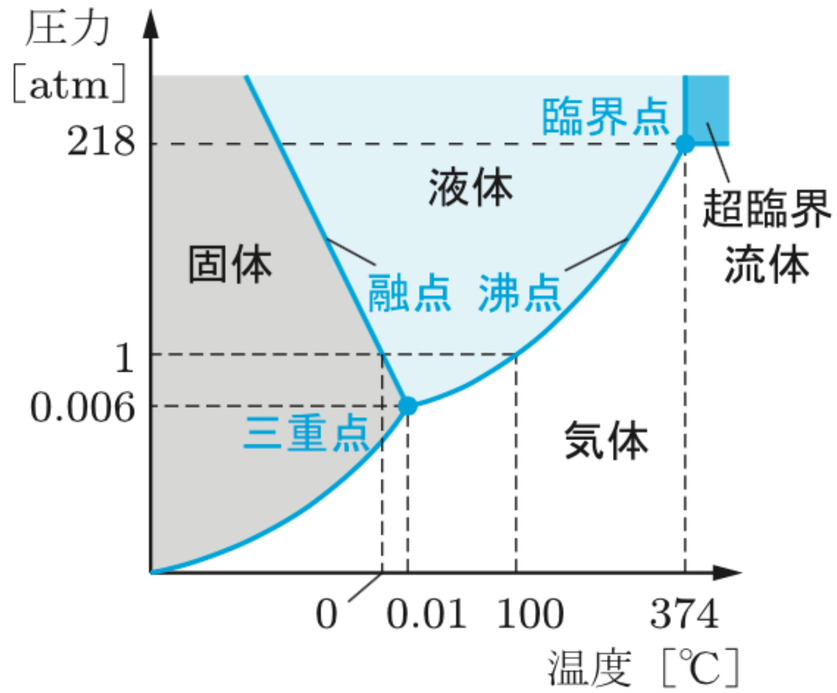

EXTREME WEATHER CENTER
CURRENT TEMPERATURES
28 Seattle
16 Missoula
Rapid City 7
29 Minneapolis
Caribou 25
61 Chicago
Cleveland 57
62 New York
San Francisco 51
34 Provo
39 Denver
50 Kansas City
Phoenix 57
46 Albuquerque
54 Los Angeles
75 Memphis
69 Raleigh
67 Atlanta
75 Dallas
59 El Paso
77 New Orleans
75 San Antonio
80 Tampa

教科書 p113

物質の三態



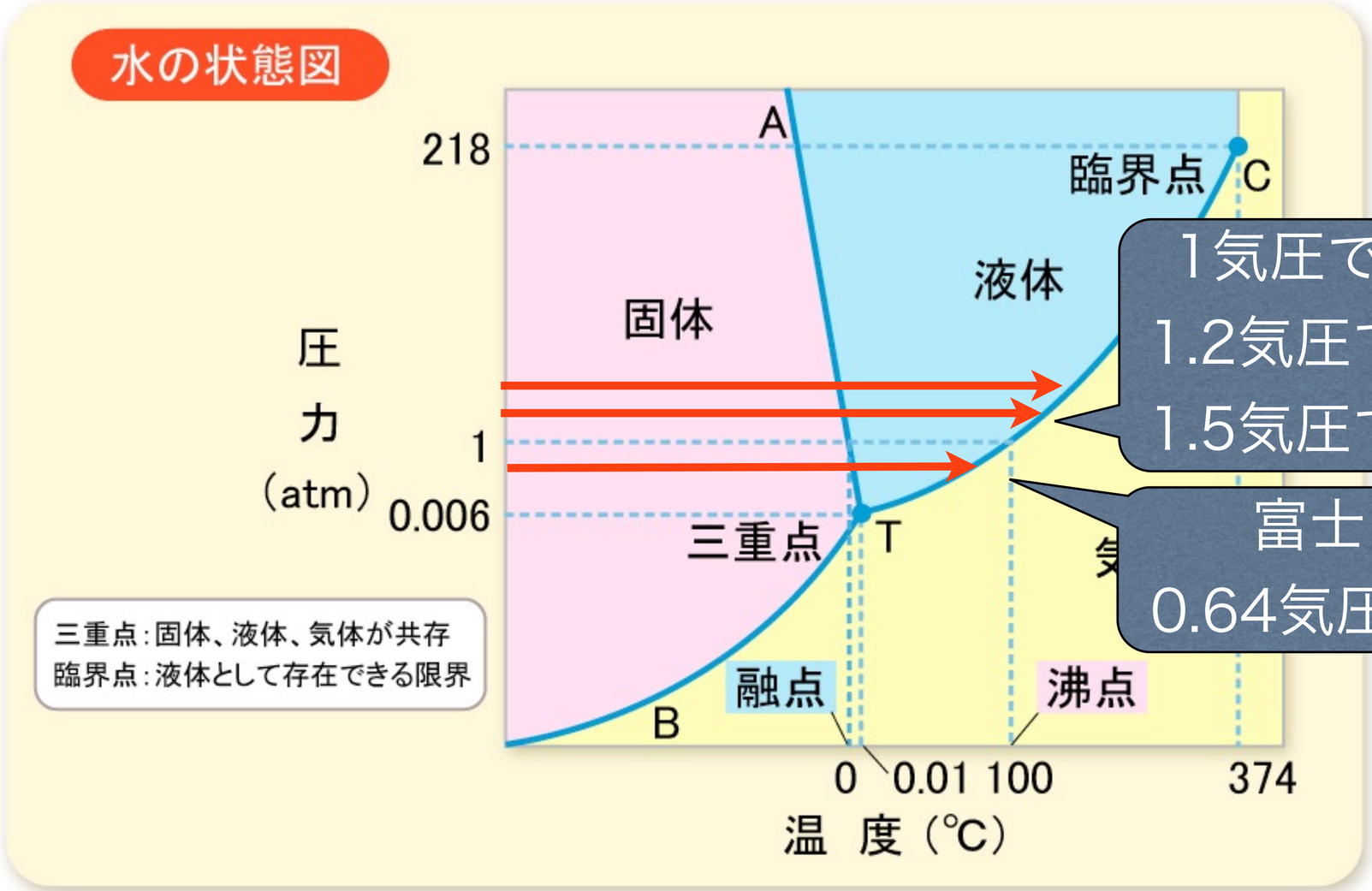
（a）物質の三態



（b）水の状態図

Keywords：蒸発（気化）・凝縮（液化）・凝固（固化）・融解（液化）・昇華（気化・固化）

Keywords：融点，沸点，臨界点，三重点



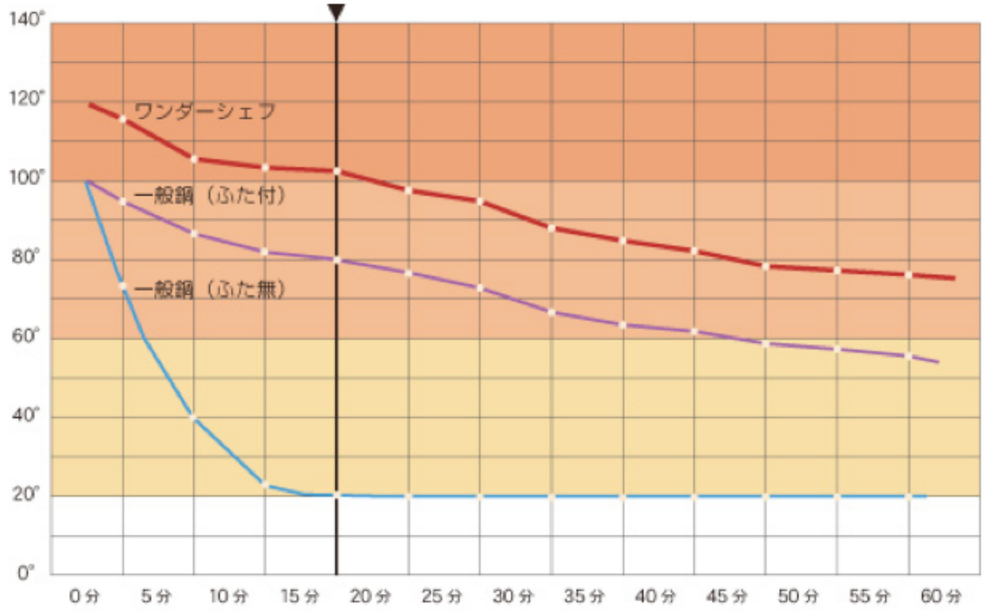
http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0200a/contents/30202.html

圧力鍋



	普通鍋	圧力鍋
黒豆	4時間	1時間45分
豚の角煮	70分	35分
ふろふき大根	30分	15分
茶碗蒸し	20分	7分

内部は，およそ2気圧で120℃，性能の良いものは2.45気圧で128℃程度になる．
この高温により食材を構成する分子の運動が加速され，早く熱分解して調理することが可能．調理時間は3分の1から4分の1に．



★加圧時間＋蒸らし時間
★加熱時間が少ないのでエコ
★フタをあけるときには注意

http://www.wonderchef.jp/cooker/detail/

【サバイバル技術】

ご飯を炊く

おいしいご飯を炊く方法

はじめチョロチョロ

　米に水を吸わせるために沸騰するまでは弱火に

なかパッパ

　強火で一気に

赤子泣いてもふたとるな

　炊きあがったら、火を落として十分に蒸らす

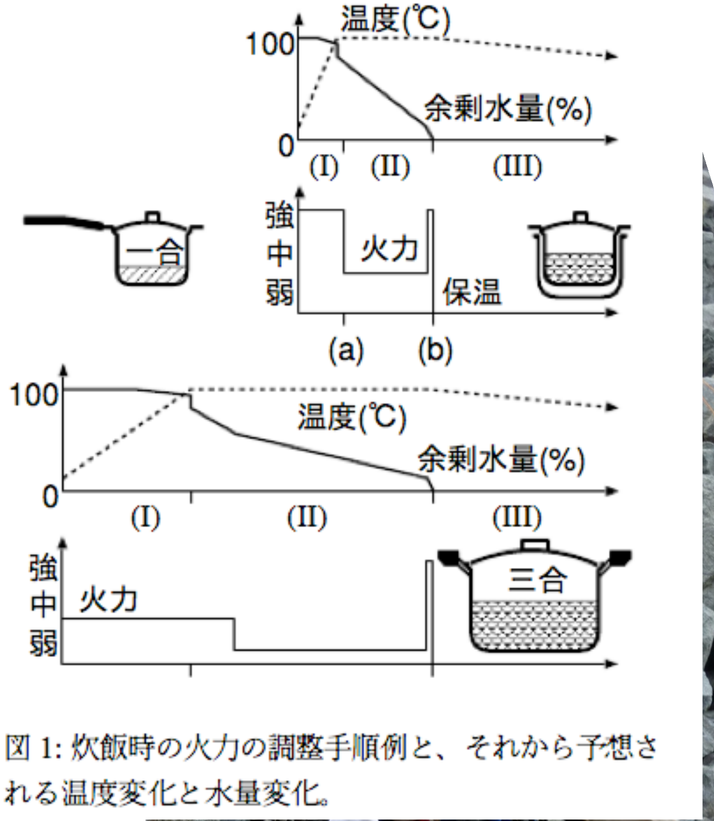
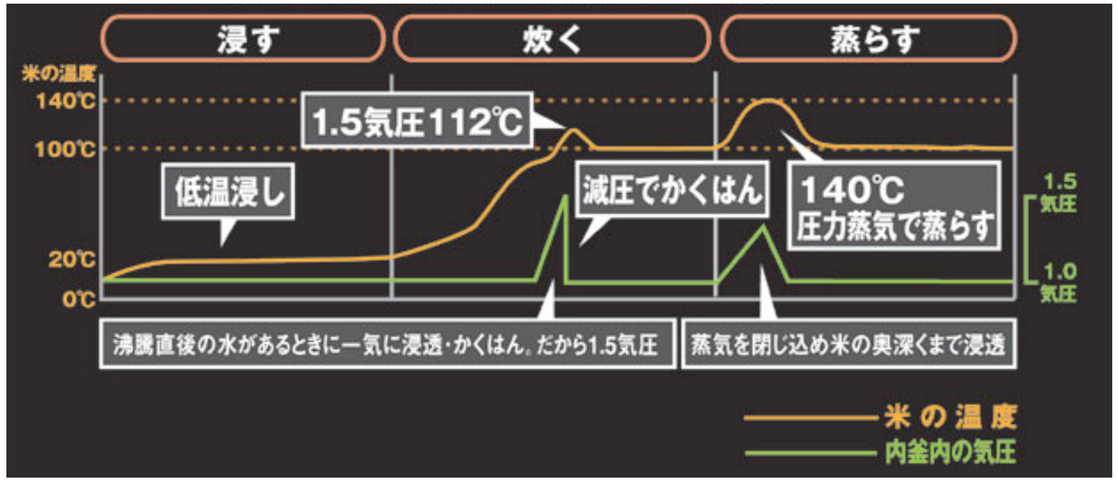


図 1: 炊飯時の火力の調整手順例と、それから予想される温度変化と水量変化。

圧力炊飯



★100度以上でアルファ化が促進
　甘み成分が増す.
★圧力が加わりすぎると，ごはん
　が柔らかくなりすぎる.
★撹拌することも大事



沸騰温度

1気圧で100度
1.2気圧で105度
1.5気圧で115度

http://pc.watch.impress.co.jp/docs/2006/0711/kaden004.htm
http://kaden.watch.impress.co.jp/cda/word/2008/09/03/2856.html

はかせ鍋



★一旦沸騰させたら、スカートをはかせることにより、 90度前後の温度を維持. 1時間後でも80度弱.
（通常のステンレス鍋では、沸騰して100度弱になって、火からおろすと、1時間後には約50度）.

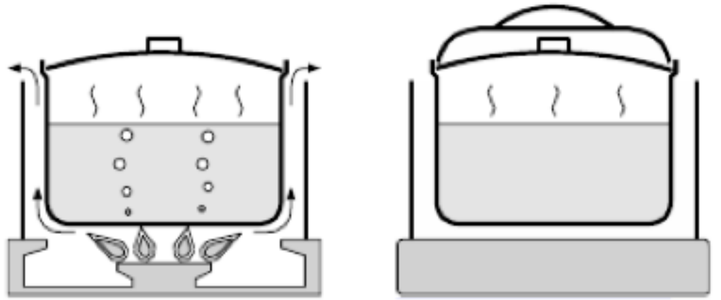


図 2: はかせなべの断面図。鍋本体から伸びる両持ち取手 (図では省略) は、スカートの上端を掴んで鍋本体と一体化している。左の加熱時には、スカートは熱効率を向上させる煙突の役割を担っている (市販品は IH 加熱も可能)。加熱を終えたら平らなテーブルの上に置いて保温する (右)。スカートとテーブルに囲まれた空気層が、熱を逃しにくくしている。さらに外蓋を被せることで、鍋上部からの熱の放散も防いでいる。

轟眞市「博士が愛した鍋」マテリアルインテグレーション, 23 (2010)91-92

http://www.furaipan.com/kaigi/12/0410.shtml

比熱と熱容量

比熱 (specific heat)

物質ごとに，温まり方は異なる．

表 4.1　比熱の比較

物質	比熱 [J/(g·K)]
鉛	0.13
銀	0.24
銅	0.38
鉄	0.45
アルミ	0.90
水	4.2

25℃ における比較．
cal の単位を使うなら
水の比熱は 1 cal/(g·K)．

定義　比熱・熱容量

- 1 g あたりの物質の温度を 1 K だけ上昇させるのに必要な熱量 [J] を，その物質の**比熱** c という．比熱の単位は [J/(g·K)] になる．
- 物質が m [g] あるとき，物質全体の温度を 1 K だけ上昇させるのに必要な熱量を**熱容量** C という．熱容量の単位は [J/K] になる．
- 温度を ΔT [K] 上昇させるときに必要な熱量 Q [J] は，比熱や熱容量の定義から，次の式のようになる．

$$Q = m\ c\ \Delta T = C\ \Delta T \tag{4.2}$$

熱量 = 質量 × 比熱 × 温度差 = 熱容量 × 温度差

コラム 23　鍋に適した金属は？

よく使われる 3 種類の鍋の利点・欠点は，次のようになる．

銅：熱伝導に優れた鍋ならば，銅が一番だが，銅はすぐに変色してしまう．食品衛生法によって，銅の鍋の内側にはスズか銀でメッキをすることになっている．高温にしなくてもよい卵焼きなどは，熱伝導率がよく全体に熱が伝わりやすい銅製のものがよいとされる．

鉄：強度があり，安価である．強い熱や過酷な使用に耐えられるため，中華料理や焼肉で使われる．ただし，手入れをしないと錆びてしまう欠点がある．

アルミニウム：軽くて錆びにくく，安価である．熱伝導は銅につぐよさがあり，調理道具の主力になっている．欠点は油なじみが悪いため焦げ付きやすいことである．磁性がないため電磁調理器での調理もできない．

火の通りがよいという観点からだと，底の薄いアルミ鍋になる．しかし，料理によっては食材に満遍なく火が通るもの，あるいは火から下ろしてもしばらくは料理の温度が保たれるほうがよい場合がある．そうであるならば，底に厚みのあるアルミ鍋，あるいは鉄の鍋を選ぶほうがよい．料理によって適する鍋は異なってくる．



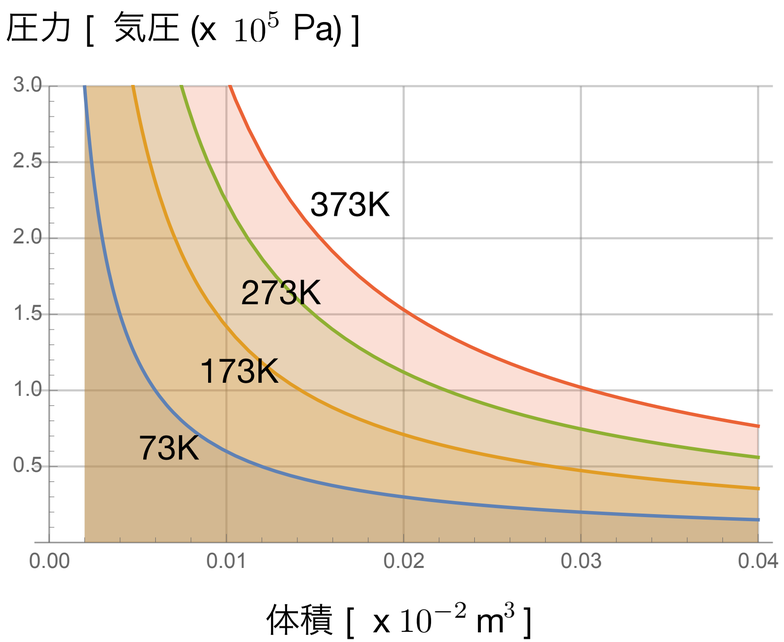




ボイルの法則

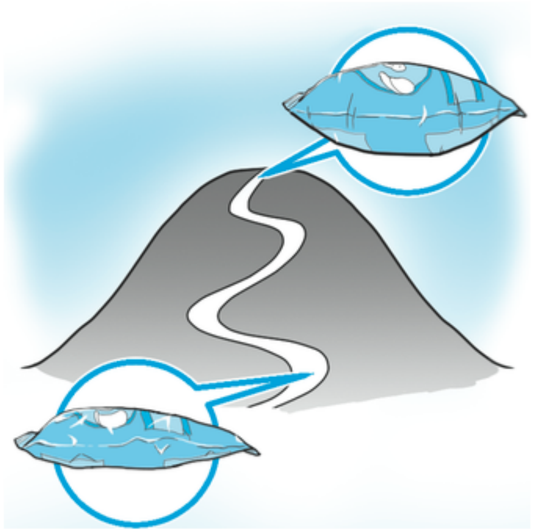
- **ボイルの法則**
  温度を一定にすると，気体の体積 V は，圧力 P に反比例する．

$$PV = \text{一定}$$



Boyle の法則
山の上でポテトチップスの袋が膨らむ．

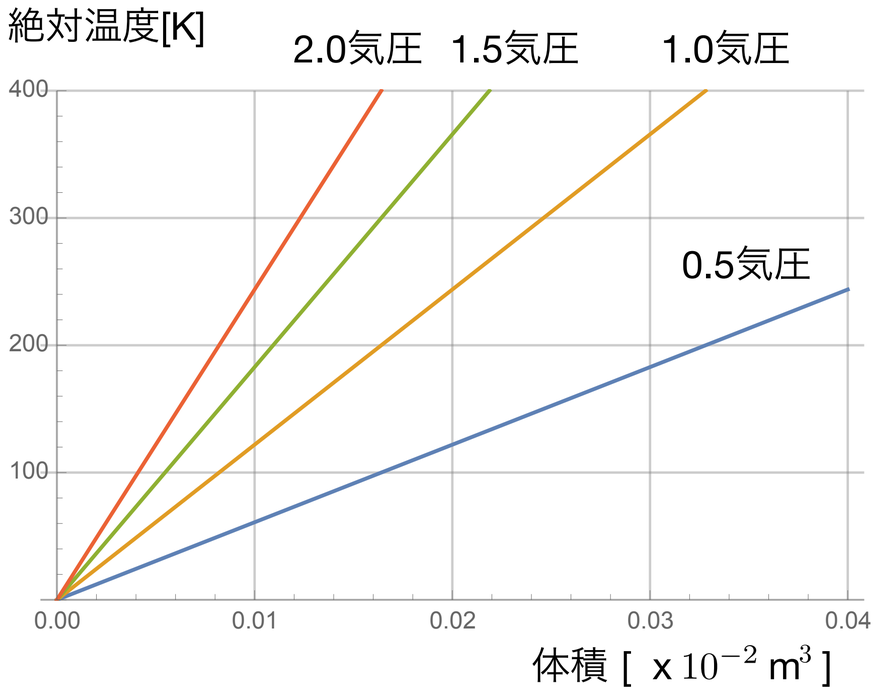




シャルルの法則

- **シャルルの法則**
  圧力を一定にすると，気体の体積 V は，絶対温度 T に比例する．

$$\frac{V}{T} = \text{一定}$$



Charles の法則
お湯が沸くと鍋の蓋が浮き上がる．



- **ボイルの法則**
  温度を一定にすると，気体の体積 V は，圧力 P に反比例する．

$$PV = \text{一定}$$

- **シャルルの法則**
  圧力を一定にすると，気体の体積 V は，絶対温度 T に比例する．

$$\frac{V}{T} = \text{一定}$$

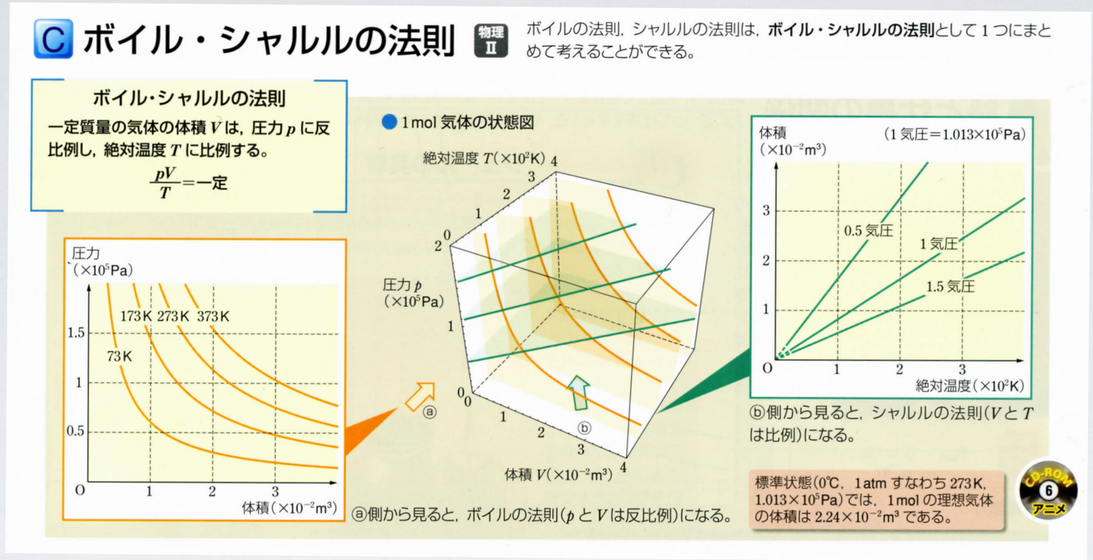
- **ボイル・シャルルの法則**

$$\frac{PV}{T} = \text{一定} = R\,(\text{気体定数})$$

気体の量が n 倍になると，

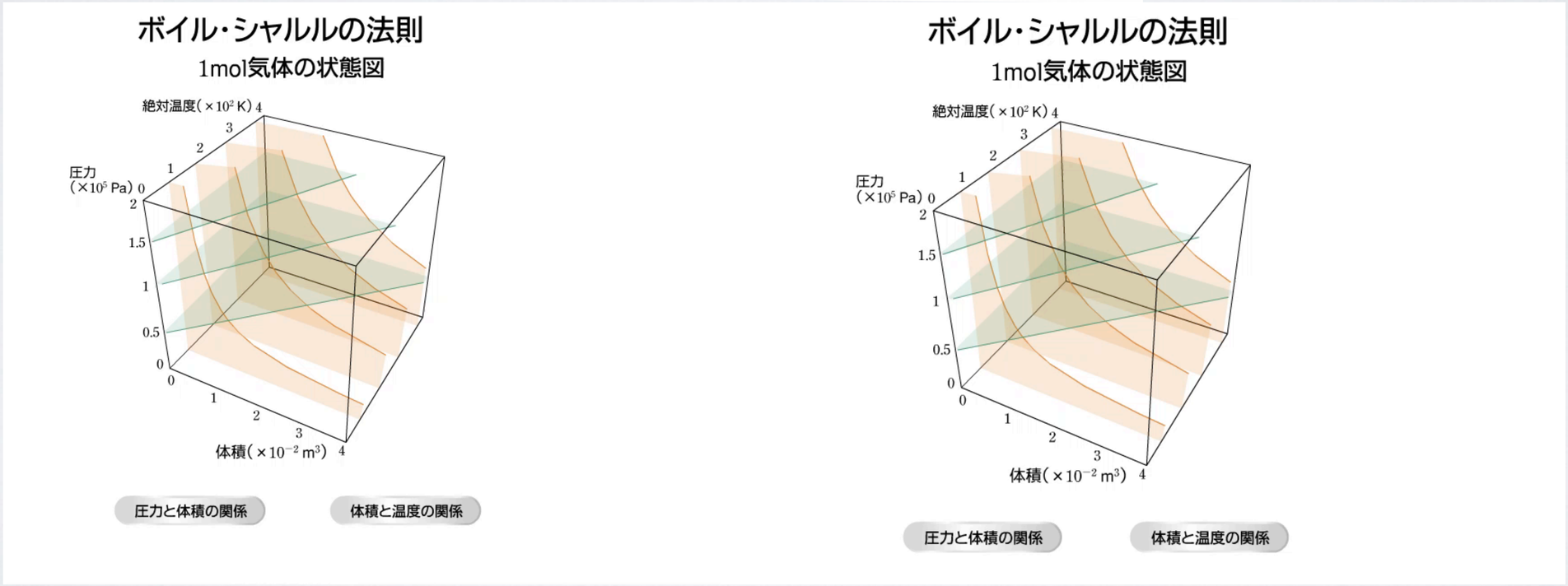
- **理想気体の状態方程式** (equation of state for ideal gas)

$$\frac{PV}{T} = nR \quad \text{すなわち} \quad PV = nRT$$



数研出版物理図録p49

CD-rom



Start on Click, 30 sec

Start on second Click, 30 sec

飽和水蒸気量

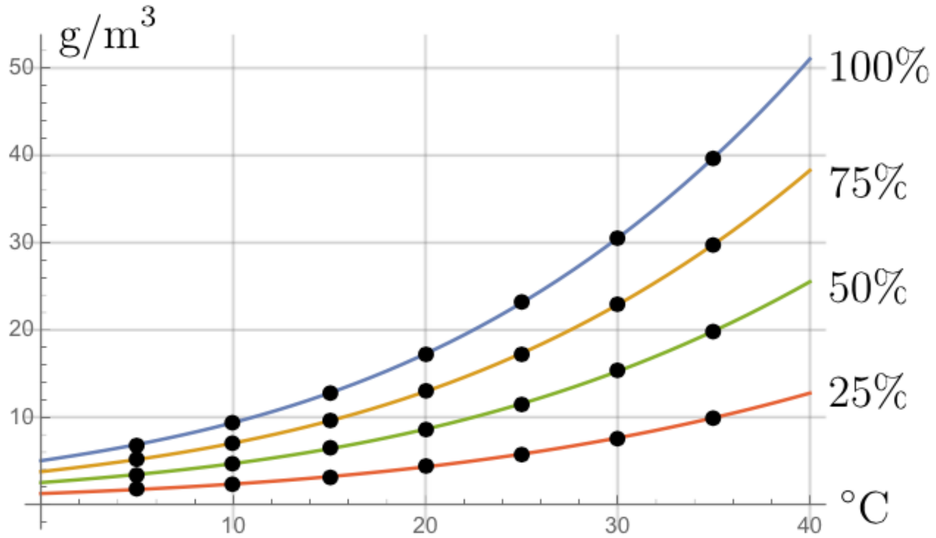
飽和水蒸気量＝空気中に溶け込める水蒸気の量

湿度＝水蒸気量/飽和水蒸気量



ビールジョッキが汗をかく

飽和水蒸気量と温度



温度が下がると
空気中に溶け込める
水は少なくなる

取り込み忘れた洗濯物が
夕方，湿っている

図 4.20 飽和水蒸気量 (図の 100% の線) の温度変化の様子.

実験 15　雲をつくってみよう

ペットボトル内で雲をつくることができる．大きなペットボトルと，フィズキーパーとよばれる炭酸抜けを防止する栓を用意しよう．ペットボトルの中を少し湿らせ（霧吹きでひと吹き），線香の煙を入れておく（雲の種となる）．フィズキーパーを取り付け，中の空気の圧力を上げる．圧力を上げると，閉じ込められた空気の温度が上がり，ペットボトルの中は透明になるが，そこで一気に栓を開けると，急に圧力が下がり，温度が下がって，露点に達し，雲が発生する．

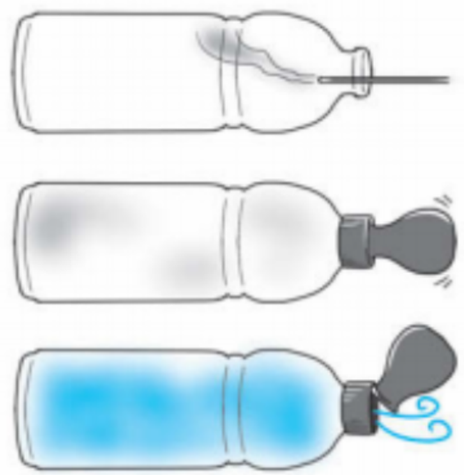


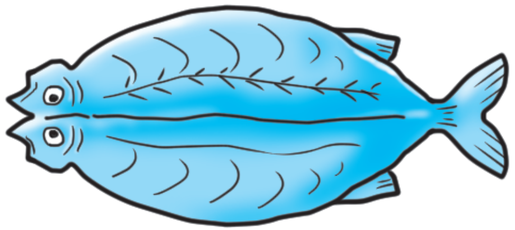
図 4.23　ペットボトルに雲

Topic　冷蔵庫の中はなぜ乾燥するのか

冷蔵庫内は −40℃ 程度にまで冷却機で冷やされた空気が循環し，庫内の温度を下げる．冷気は周囲から熱を奪い，自分自身の温度は 0℃ 程度にまで上昇する．そうなると飽和水蒸気量は増えるので，冷蔵庫内の食材から水分を奪い取ることになる．最近の冷蔵庫には，密閉することで水分を逃がさない野菜室などがある．



乾燥した野菜



干物になった魚

前回のミニッツペーパーから



〔6-3〕 お吸い物のお碗の蓋が, 冷めると開かなくなってしまう理由は何か.

蓋のうらについた水蒸気が水になって、水同士の表面張力がはたらいて開かなくなる

温かいときにお碗の中で湯気がでて、湯気に含まれる水滴が蓋やお碗の内側について表面張力であかなくなると考えた.

水蒸気がお碗とふたのすき間を埋めてしまうから。

水蒸気による表面張力説

お椀が冷めることで膨張するから。



中の空気が冷めると真空状態に近づくから。

お椀の中の空気が冷えて収縮するため、気圧が下がって外側の気圧に強く押し付けられるから

おわんの中と外の圧の差が発生するから

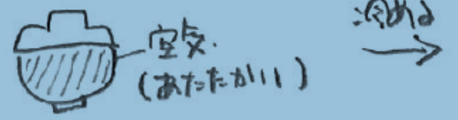
熱い時→蒸気が発生→上向きの力なので開けやすい.
冷めれば蒸気がなく、上向きへの力が弱まり、開かないから.

お碗の中の汁が冷えると水蒸気の体積が小さくなり、内部の圧力が外の気圧より低くなるためふたが開きにくくなる。

前回のミニッツペーパーから

〔6-3〕 お吸い物のお碗の蓋が, 冷めると開かなくなってしまう理由は何か.

お吸い物が熱い状態のとき、内部の蒸気がふたの内側に残り、熱さによって空気が膨張する。お吸い物が冷めると蒸気が凝縮して内部の圧力が低下する。一方外部の圧力は変わらないため、内部の圧力の方が低くなり、ふたが吸いついて開かなくなる。



冷める



冷めると中の空気の密度が下がり、内側への力が強くなるから。

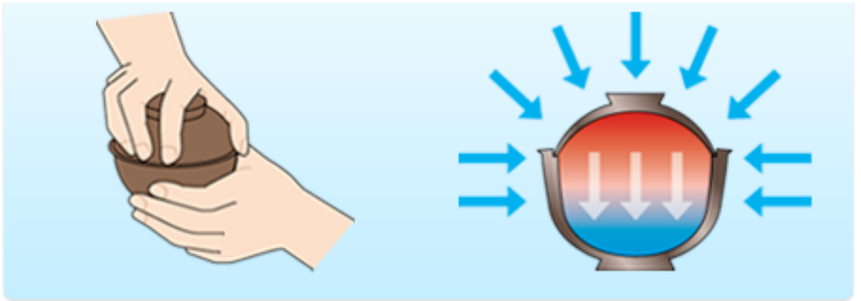
-3 お碗の蓋をしたタイミングでのお碗の中から蓋を押し上げる水蒸気の力と外から蓋を押しつける空気の力は等しい。お吸い物が冷めると中から蓋を押し上げる力は水蒸気が水になってしまうため減少する。しかし、外から蓋を押しつける空気の力は変化しない。これにより、お碗の内側が減圧状態になるため開けにくくなると考えた。

(温) 外 ↓↓↓ 内 ↑↑↑

(冷) 外 ↓↓↓ 内 ↑↑ — 気体状の水分子が液体状になり体積が減る = 圧力が減る

体積が関係するのではないかと考える。
熱い空気と冷たい空気では、熱い方が体積が大きく、冷たい方が体積が小さくなる。
あついうちにふたをしめてほうと、そのとじこめられた蒸気と水蒸気の分の体積は、冷えていくほど、はじめよりも小さくなると考える。
熱膨張の話を同じ…?



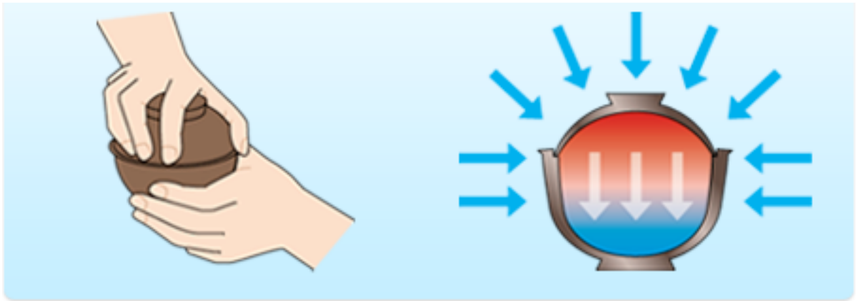


前回のミニッツペーパーから

〔6-3〕 お吸い物のお碗の蓋が, 冷めると開かなくなってしまう理由は何か.

〔6-3〕にあったより開かなくなった汁物が入ったお椀のふたを安全に開ける方法があったら教えていただきたいです



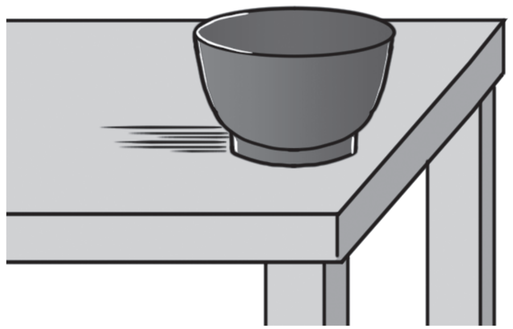


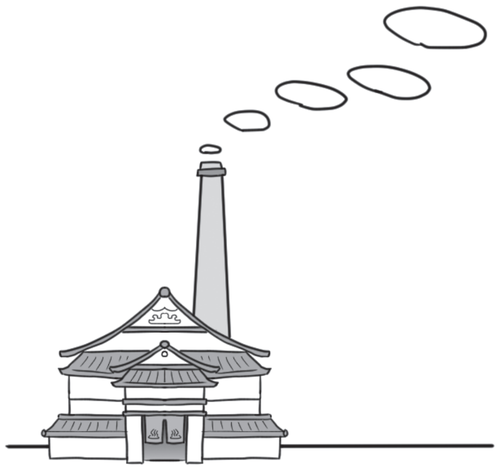
問 **5.2**　お吸い物のお椀の蓋が，冷めると開かなくなってしまう理由は何か．

問 **5.3**　底が濡れたお椀にお汁をつぐと，お椀が勝手に動き出すことがある．この理由は何か．

問 **5.4**　暖炉の煙突や蒸気機関車から煙がポッポッポッっと断続的に出る理由を説明せよ．



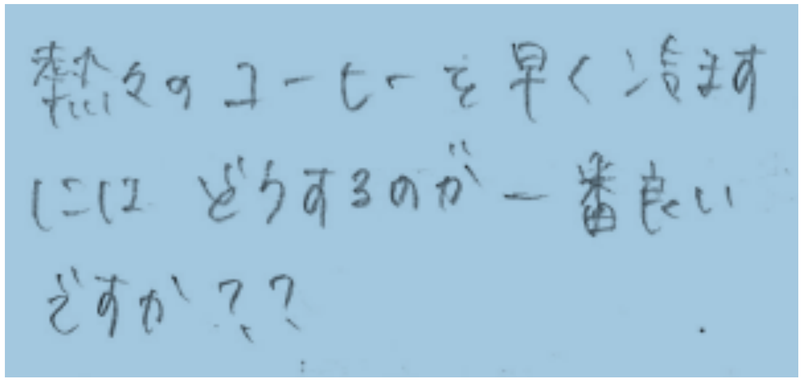




本日のミニッツペーパー記入項目

出席票を兼ねます.

〔7-1〕(前回のミニッツペーパーから)



Hint: 熱の移動は, 伝導・対流・放射の3つ

〔7-2〕(次回の講義で扱う問題)

雪だるまにセーターを着せる. 融けるのは速くなるか, 遅くなるか. 理由も.



〔7-3〕次の文の誤りを指摘せよ

「地球の温暖化で北極や南極の氷が融けると海水面が上昇する」

〔7-4〕通信欄.

(感想・講義で取り上げて欲しい疑問・要望・連絡事項など、何かあれば)