

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology
NIHONGO RENSHU-CHO
練習帳
上村 靖司 / リー飯塚尚子 / 永野建二郎 編著

これから工学を学ぶ留学生のための

にほんご 練習帳

NIHONGO RENSHU-CHO

上村 靖司 / リー飯塚尚子 / 永野建二郎 編著



長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

これから工学を学ぶ留学生のための

にほんご 練習帳

NIHONGO RENSJU-CHO

上村 靖司／リー飯塚尚子／永野建二郎 編著

はじめに

本書は、工学を志す留学生が日本語初級程度を習得した段階で使うテキストで、2012年に制作した『にほんご練習帳』の第2版です。日本語の学修から、専門基礎科目（例えば機械工学であれば工業力学、熱力学、水力学、材料学、機械工作法など）の学習にスムーズに移行できるように、日本語教師やTAによる授業で使うことを想定していますが、自学でも取り組めるようなワークブック形式として仕上げられています。

2012年以降、本学で実施されているベトナム（ハノイ工科大学）、メキシコ（モンテレイ大学）、中国（鄭州大学）、モンゴル（モンゴル科学技術大学）の計4つのツイニングプログラム^{※1}で初版が活用されてきました。しかし、やはり実際に使ってみると、適切でない表現があったり、表記に誤りがあったり、教材として使いにくい部分があったりして、その都度、マザーテキストに赤字で記入し、直すべき部分を書き綴り蓄積してきました。また、本書では、実験レポートの書き方に関する章を新たに加えました。実験レポート作成は、工学系留学生にとっては最も難関かつ避けられないアカデミックスキルです。そこで、実際に現地で本学教員が実施してきた工学実験の教材を本書に織り込むことにしました。さらに、ツイニングプログラムが機械工学だけでなく、材料工学や土木工学へと展開していることを受け、どの分野にも共通で理解できる内容の実験レポート例を3例、掲載しました。

これから工学を学ぶ留学生の皆さんだけでなく、日本語の先生方、工学の先生方にとって、日本語教育と専門教育の橋渡しとなる教材として、お役に立てばうれしいと思っています。

なお、本教材の初版は平成22年度「文部科学省質の高い大学教育推進プログラム（教育GP）」の事業の一環として制作されました。関係各位に深く感謝いたします。

※1 「ツイニングプログラム」とは海外の大学で学部前期教育を受け、編入学試験を経て日本の大学の3年生に編入させることで、短期の留学期間で両大学の学位を取得できるプログラム。2003年のハノイ工科大学とのスタートを皮切りに、4か国7大学に発展している。

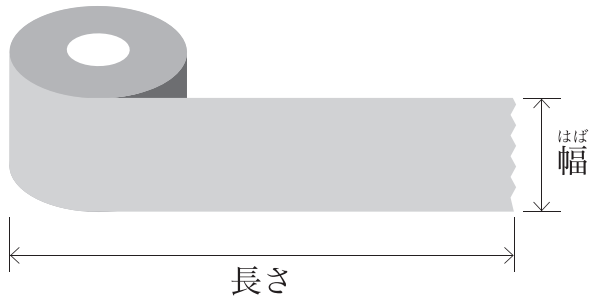


専門基礎科目を学ぶために

第1課	寸法と大きさ	2
第2課	式	6
第3課	平面図形 (1) : 点、線、辺、角	10
第4課	平面図形 (2) : 三角形、四角形、多角形	12
第5課	平面図形 (3) : 円	14
第6課	平面図形 (4) : 合同と相似	16
第7課	空間図形	20
第8課	関数とグラフ (1) : 1次関数、2次関数 ほか	24
第9課	関数とグラフ (2) : 指数関数と対数関数	28
第10課	三角係数	32
第11課	数列	36
第12課	微分積分法	40
第13課	重さをはかる	46
第14課	小さなものを拡大して見る	50
第15課	塩の結晶を作る (1) : 食塩水を作る	52
第16課	塩の結晶を作る (2) : 加熱の用意	56
第17課	塩の結晶を作る (3) : 加熱、冷却	60
第18課	木の箱を作る (1) : 準備	64
第19課	木の箱を作る (2) : 製作	68

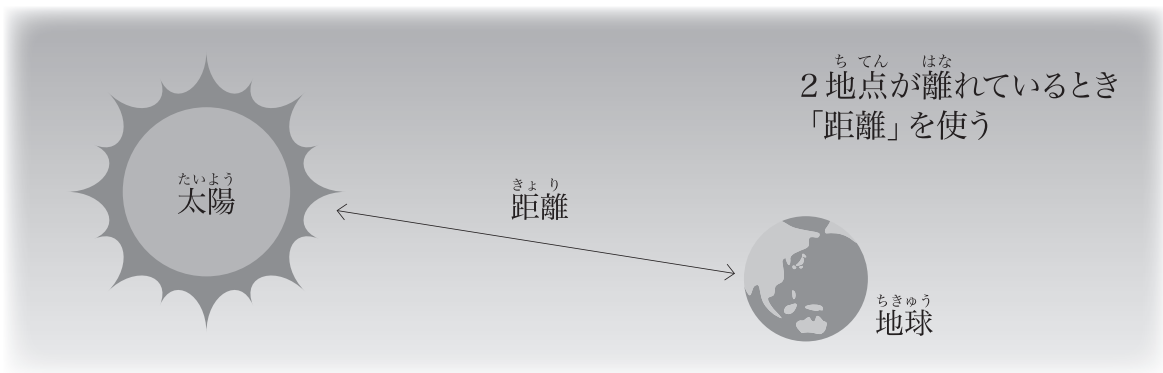
第1課 すんぼう 寸法と大きさ

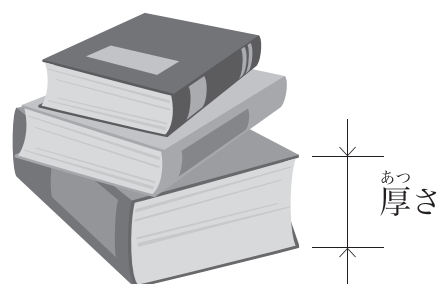
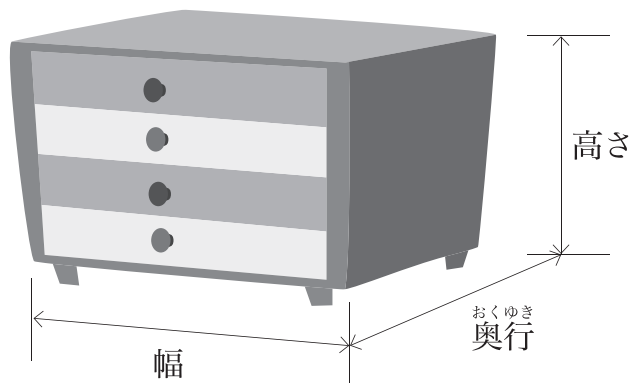
【1】長さ



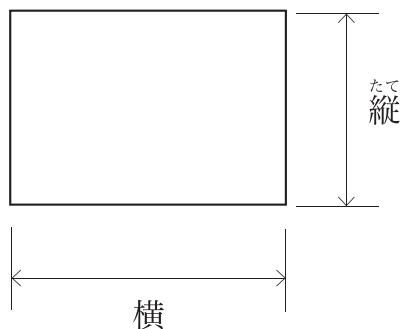
おも たんい
主な単位

m	メートル
μm	マイクロン、マイクロメートル
mm	ミリメートル
cm	センチメートル
km	キロメートル
尺	しゃく (約30cm)
寸	すん (約3cm)





【2】 面積

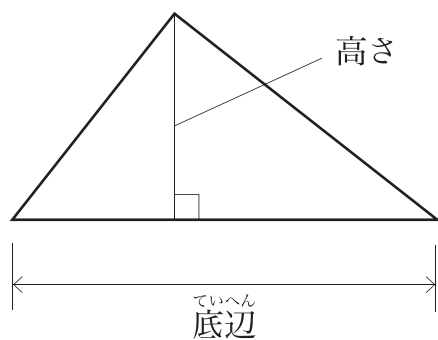


主な単位

m ²	平方メートル
a	アール
ha	ヘクタール (h=10 ²)
坪	つぼ (約3.3m ²)

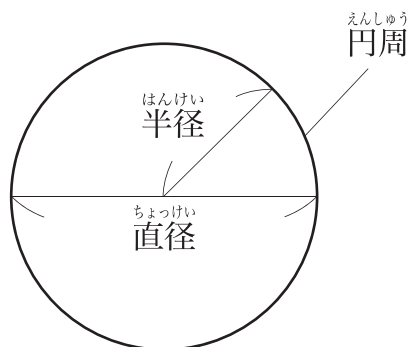
ちょうほうけい
長方形の面積の求め方

面積 = 縦 × 横



さんかくけい
三角形の面積の求め方

面積 = 底辺 × 高さ ÷ 2



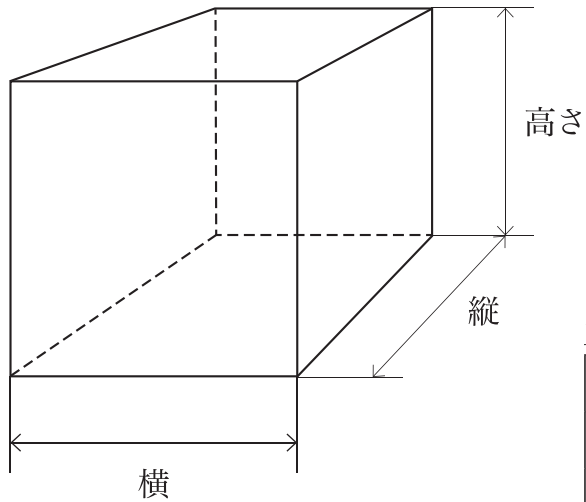
円の面積の求め方

面積 = 半径 × 半径 × 円周率 π

円周の求め方

円周 = 直径 × 円周率 π

【3】^{たいせき}体積・^{ようせき}容積・^{ようりょう}容量



^{ちよくほうたい}直方体の体積の求め方
体積＝縦×横×高さ

主な単位

m^3	^{りっぽう} 立方メートル
ℓ	リットル ($=10^{-3}m^3$)
$d\ell$	デシリットル ($=10^{-1}\ell$)
$m\ell$ ($=cm^3$)	ミリリットル ($=10^{-3}\ell$)
cc	シーシー

^{ここに注目!} POINT

～は 〈数+単位〉 である。

例1：この円の円周の長さは60mmである。

例2：この本の厚さは25mmである。

〈数+単位〉 の～である。

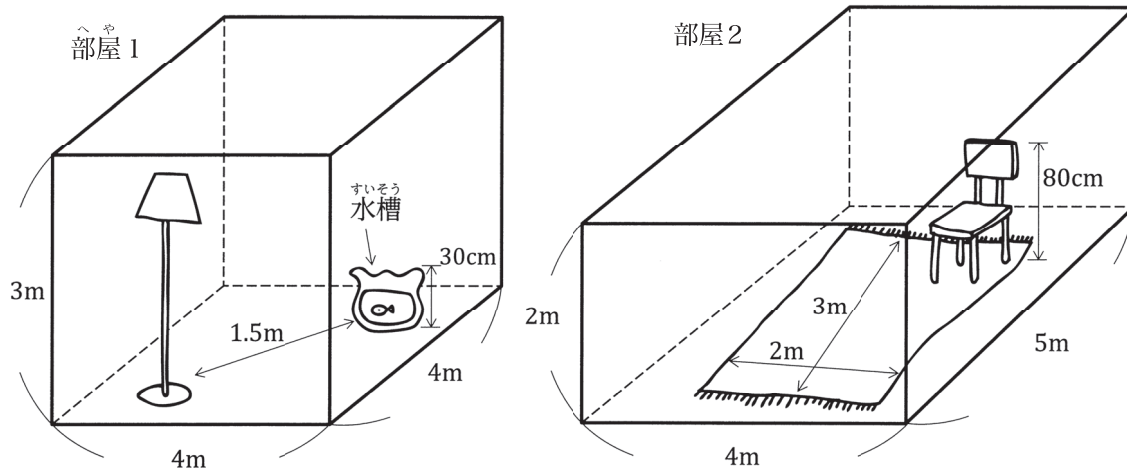
例1：これは、長さ25mmの線である。

例2：これは、底辺35mm、高さ20mmの三角形である。

例3：これは、一辺が50mmの正方形である。

演習問題

か、ず
下図を見て答えよ。



問1. ()に入る言葉を下の欄から選べ。

- ① 部屋1の天井の()は3mです。
- ② 部屋2の天井の()は5mです。
- ③ 部屋1の床の()は 16m^2 です。
- ④ 部屋2の壁の()は 36m^2 です。
- ⑤ 部屋1にある水槽の()は30cmです。
- ⑥ 部屋2にあるカーペットの()は3mで、()が2mです。
- ⑦ 部屋1にあるライトスタンドと水槽の()は1.5mです。

高さ 奥行 面積 深さ 長さ 幅 距離

問2. 次の問に答えよ

- ① 部屋1と部屋2ではどちらが広いですか。
- ② 部屋1と部屋2の容量はどちらが大きいですか。

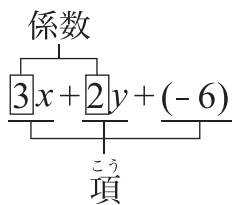
第2課 式

【1】記号

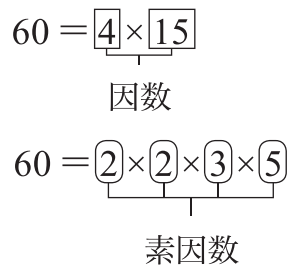
記号	読み方	例	意味
=	は、イコール	$a=b$	a と b は(a は b に)等しい
≠	ノットイコール	$a \neq b$	a と b は(a は b に)等しくない
$\doteq \approx$	ニアリーイコール	$a \doteq b$	a と b は(a は b に)ほぼ等しい
>	大なり	$a > b$	a は b より大きい
<	小なり	$a < b$	a は b より小さい (a は b 未満である)
\geq	以上	$a \geq b$	a は b 以上である
\leq	以下	$a \leq b$	a は b 以下である
+	たす、プラス	$a+b=c$	a たす b は c である (c は和)
-	ひく、マイナス	$a-b=c$	a ひく b は c である (c は差)
$\times \cdot$	かける	$a \times b = c$	a かける b は c である (c は積)
$\div /$	わる	$a \div b = c$	a わる b は c である (c は商)

【2】式

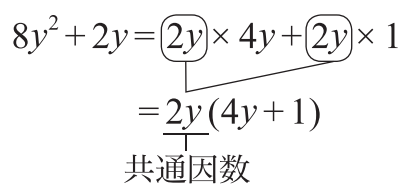
2-1 項と係数



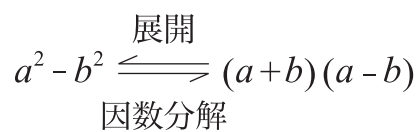
2-2 因数と素因数



2-3 共通因数でくくる

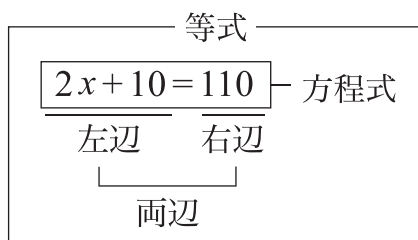


2-4 因数分解と展開



【3】^{ほうていしき}方程式

3-1 ^{とうしき}等式と^{きへん}方程式 (^{さへん}左辺、^{うへん}右辺、^{りょうへん}両辺)



3-2 ^{へんすう}変数の^{じすう}次数

$2ab$ → 次数2

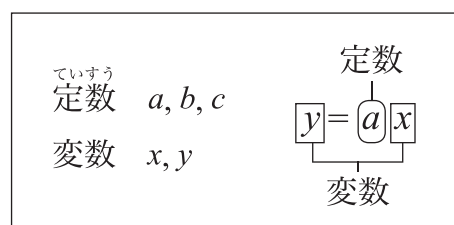
$3x^3$ → 次数3

$-4x^3 + x^2 - 6x$ → 次数3

$ax + b = 0$: ^{いちじ}1次方程式

$ax^2 + bx + c = 0$: ^{にじ}2次方程式

$ax + by = c$: ^{にげん}2元1次方程式



3-3 ^{れんりつ}連立方程式

$$\begin{cases} y = 4x + 3 \\ 2x + y = 21 \end{cases}$$

2元1次方程式の組を連立方程式という。

この二つの式にあてはまる x と y を、連立方程式の^{かい}解という。

連立方程式の^{もと}解を求めることを、連立方程式を^と解くという。

3-4 2次方程式

$ax^2 + bx + c = 0$ (ただし、 $a \neq 0$ 、 b と c は定数)

この式にあてはまる x の^{あた}値を、2次方程式の解という。

2次方程式の解を求めることを、2次方程式を解くという。

$$\text{解の公式 } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

演習問題

問1. 次の式を例にならって書け。

例: $3a = b$ さん a イコール b

 例: $(a+b)^2 = c$ かつこ a プラス b かつことじの にじょう イコール c

① $\frac{2s+ad^4}{p} = q$

② $(3b-a)^3 \div \sqrt{3} = e$

③ $5t > \frac{s^2+r}{p-q}$

問2. 次の文を式に^{あらわ}表せ。

- ① 35を4でわると商は8で^{あま}余りは3。
- ② x の $\frac{2}{3}$ は $5y$ と等しい。
- ③ q の2^{じょう}乗と s の和は r に等しい。

問3. 次の文章^{ぶんしょう}を読み、^と問いに答えよ。

① 2つの^{かず}数 x 、 y (ただし $x < y$ とする) があり、それらの和は27、差は9である。式を書き、これらの2つの^{もと}数を求めよ。

② 一本80円の赤いボールペンと一本50円の^{えんぴつ}鉛筆を合わせて10本買った
 ら560円だった。式を書き、それぞれ何本買ったか求めよ。

③ A駅からB駅までの^{れっしゃ}列車の^{きっぷ}切符を買うのに、大人1人と子ども4人ならば540円、大人2人と子ども5人ならば810円だった。式を書き、大人5人と子ども7人ではいくらになるか、答えよ。

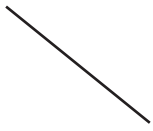
第3課 平面図形 (1) : 点、線、辺、角

【1】点と線

【点】 ·

【線】

ちよくせん
直線

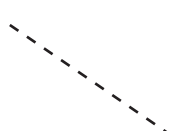


直線

きよくせん
曲線



はせん
破線



てんせん
点線



いつてん きせん
一点鎖線



半直線



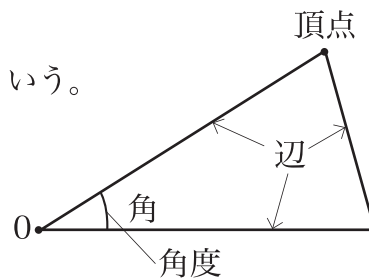
せんぶん
線分AB



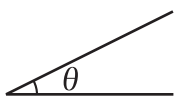
【2】辺と角

2-1 辺・頂点・角・角度

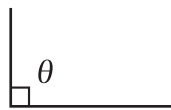
2つの線や面が交わって角を作ることを角をなすという。
角の大きさを角度という。



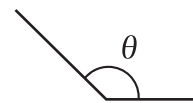
2-2 いろいろな角度



えいかく
鋭角
($0^\circ < \theta < 90^\circ$)



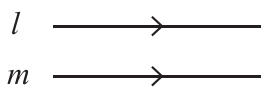
ちよつかく
直角
($\theta = 90^\circ$)



どんかく
鈍角
($90^\circ < \theta < 180^\circ$)

【3】線と線

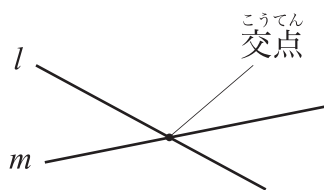
3-1 平行と交差



まじ
交わらない二直線（平行）

線 l と線 m が平行であるとき、

$l \parallel m$ と書く。

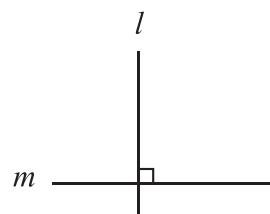


交わる二直線（交差）

3-2 垂直

2本の直線が90度で交わっているとき、
二直線は垂直である、または直交しているという。

線 l と線 m が垂直であるとき、 $l \perp m$ と書く。

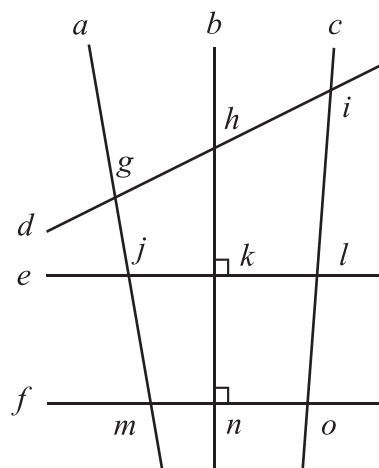


- ～は平行 : 2本の直線は**平行**である。
- ～は垂直 : 2本の直線は**垂直**である。
- 点で交わる : 2本の直線が**点p**で交わっている。
- 直角に交わる : 2本の直線が**直角**に交わっている。

演習問題

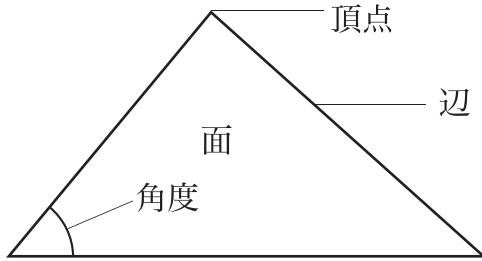
問1. 右の図を見て答えよ。

- ①直線 b と直交している直線はどれか。
- ②直線 a と直線 b は平行か。
- ③直線 f 平行している直線はどれか。

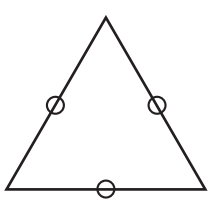


第4課 平面図形 (2) : 三角形、しかくけい四角形、たかくけい多角形

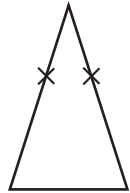
【1】頂点・辺・面・角・角度



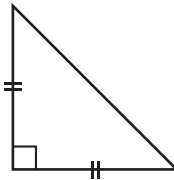
【2】三角形



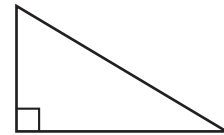
せい
正三角形



にとうへん
二等辺三角形

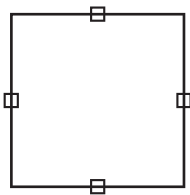


ちよつかく
直角二等辺
三角形

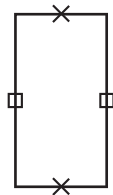


直角三角形

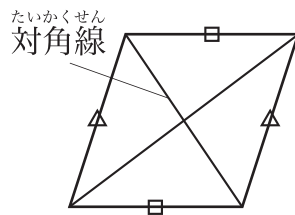
【3】四角形



せいほうけい
正方形

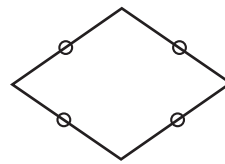


ちやうほうけい
長方形

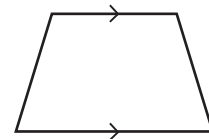


たいかくせん
対角線

平行四辺形

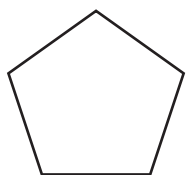


がた
ひし形

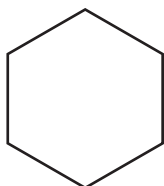


だいけい
台形

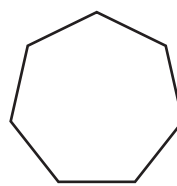
【4】多角形



ごかけい
五角形



ろっかけい
六角形



ななかけい
七角形

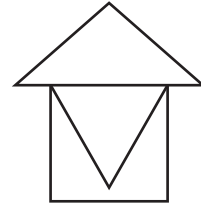
演習問題

問1. 例にならって、次の問いに答えよ。

例：右の絵の中にどんな図形があるか。

答：三角形が2つ

四角形が1つ



問：右の絵の中に、どんな図形があるか。

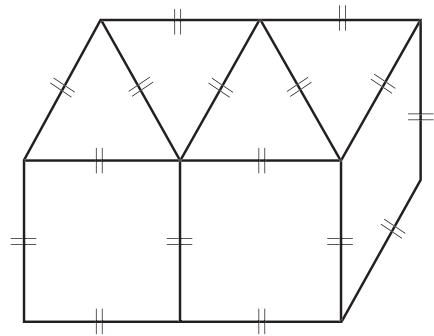
.....

.....

.....

.....

.....



問2. 次の図形を説明せよ。

例：正三角形

正三角形とは、3つの辺の長さがすべて等しい
三角形のことです。

①正方形

.....

②台形

.....

③直角三角形

.....

問3. 次の問いに答えよ。

①すべての角が60°の三角形をなんというか。

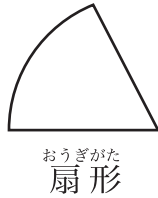
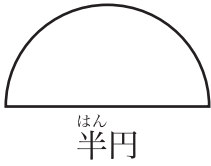
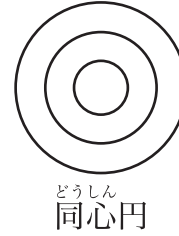
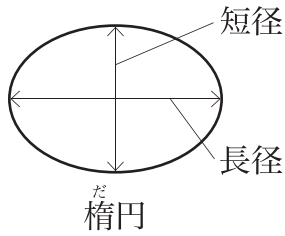
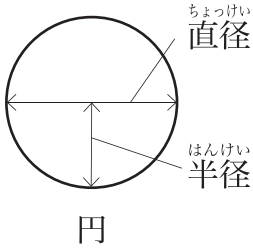
.....

②二辺の長さが等しい三角形をなんというか。

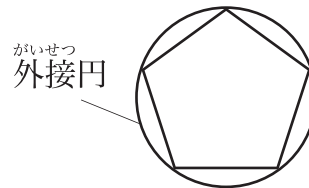
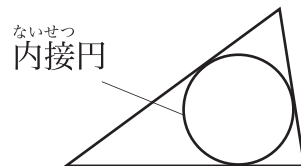
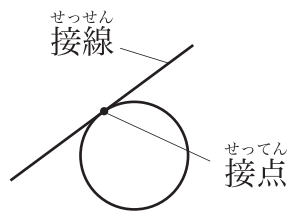
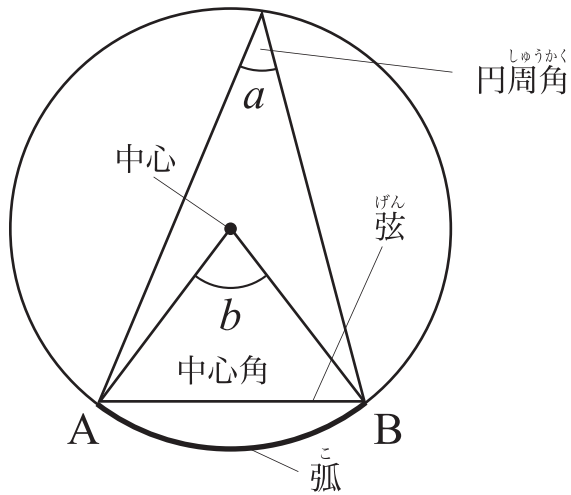
.....

第5課 平面図形 (3) : 円 えん

【1】円・その他 た



弧の両端を通る二つの半径と、
その弧で囲まれた図形



演習問題

問1. 次の図形を説明せよ。

例：正三角形

正三角形とは、3つの辺の長さが全て等しい三角形のことです。

①五角形

.....

②半円

.....

③同心円

.....

問2. 次の図形を身の回りから探してみよう。

①六角形

.....

②楕円

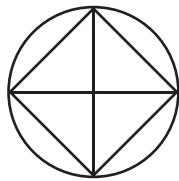
.....

③扇形

.....

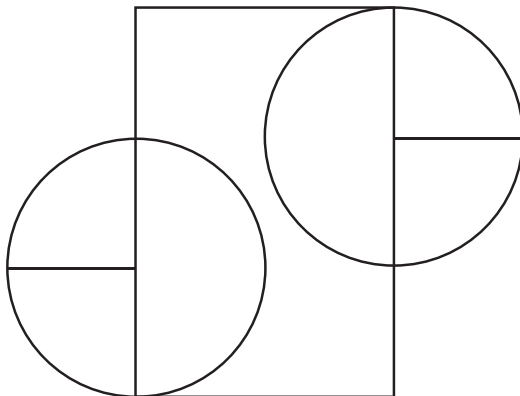
問3. 次の絵の中にはどんな図形があるか。例にならって答えよ。

例



円が1つ、正方形が1つ

.....
 三角形が8つ、半円が4つ、扇型が12個



第6課 平面図形（4）：合同と相似

【1】平行線と角

右の図において、

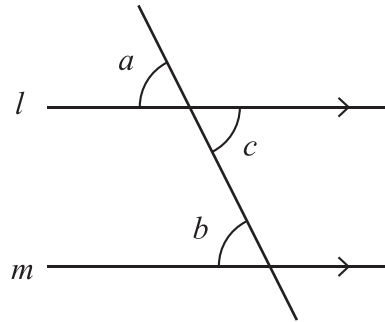
$\angle a$ と $\angle b$ は同位角という。

$\angle a$ と $\angle c$ は対頂角という。

$\angle b$ と $\angle c$ は錯角という。

同位角が等しい二直線は平行である。

錯角が等しい二直線は平行である。



【2】内角と外角

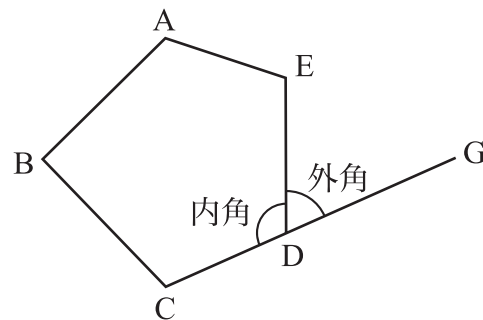
右の図の多角形ABCDEにおいて、

$\angle EAB$ 、 $\angle ABC$ 、 $\angle BCD$ 、 $\angle CDE$ 、

$\angle DEA$ をこの多角形の内角という。

多角形の一つの辺を延長してできる角を外角という。

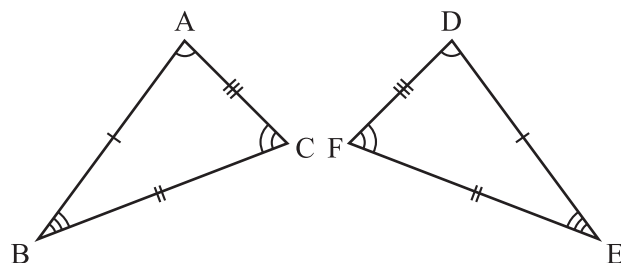
辺CDを延長してできる $\angle EDG$ が外角である。



【3】合同

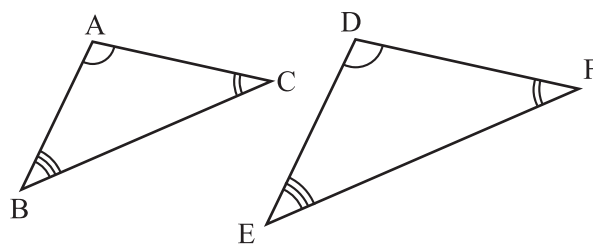
二つの三角形において、すべての辺の長さや角の大きさが同じとき、この二つの三角形は合同という。

三角形ABCと三角形DEFが合同であるとき、 $\triangle ABC \cong \triangle DEF$ と書く。



【4】相似

二つの三角形において、
すべての角の大きさが同じとき、
この二つの三角形は相似という。
三角形ABCと三角形DEFが相似
であるとき、 $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ と
書く。



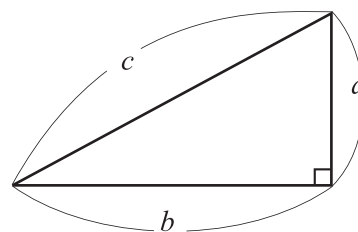
【5】三平方の定理 (ピタゴラスの定理)

直角三角形の直角に向き合う辺を c (斜辺)、その
他の辺を a 、 b とすると、

$$a^2 + b^2 = c^2$$

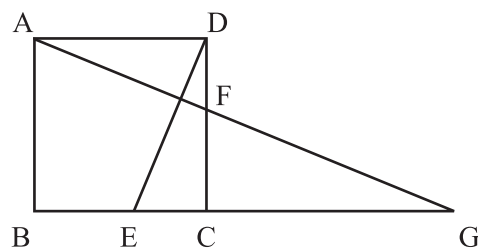
という関係が成り立つ。

これを、三平方の定理という。



演習問題

問1. 右の図のように、正方形ABCDの辺
BC、CD上に、 $CE = DF$ となる点E、
Fをそれぞれとる。
また直線AFとBCの延長との交点を
Gとする。



- ① 三角形ADFと合同な三角形はどれか。
- ② 相似である三角形をすべて示せ。

問2. 適切な語句を右下の欄から選び、下の証明の () を埋めよ。

△ABCの3つの頂点から対辺へ引いた垂線AP、BQ、CRは、一つの点で交わることを証明せよ。

【証明】

△ABCで、直線BCをx軸、直線APをy軸にとると、三角形の各頂点の座標は、A(0, a)、B(b, 0)、C(c, 0)と書かれ、 $a \neq 0$ 、 $b \neq 0$ である。

$b=0$ 、 $c=0$ のときは、3つの垂線は原点で交わるから、 $b \neq 0$ 、 $c \neq 0$ の場合を考えれば良い。

2点C, Aを通る () の傾きは、

$$\frac{a-0}{0-c} = -\frac{a}{c}$$

BQは、点Bを通過してCAに垂直な直線だから、

その () は、

$$y = \frac{c}{a}(x-b) \quad \cdots \textcircled{1}$$

()、CRの方程式は、

$$y = \frac{b}{a}(x-c) \quad \cdots \textcircled{2}$$

BQ, CRの () のx座標は、

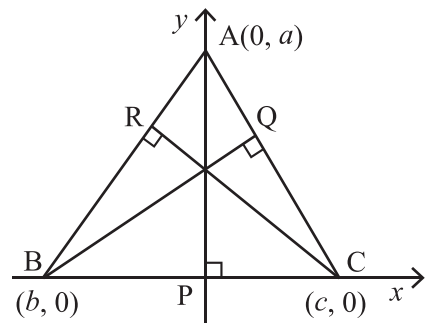
①、②を連立方程式として解けば () ので、①②より

$$\frac{c-b}{a}x = 0$$

$$b \neq c \text{ だから } x = 0$$

()、直線BQ、CRの交点は直線AP上にある。

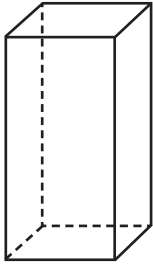
()、3つの垂線AP, BQ, CRは1点で交わる。



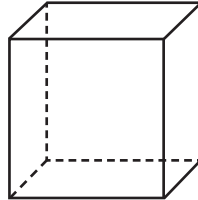
ここで 直線 よって えられる 同様に 垂線 方程式
したがって 交点 しかるに

第7課 空間図形 くうかん

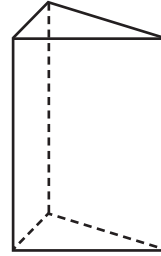
【1】多角柱 たかくちゆう



ちよくほうたい
直方体
しかくちゆう
(四角柱)

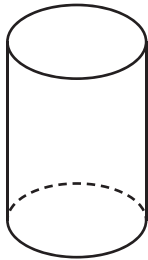


りっぽうたい
立方体
(四角柱)

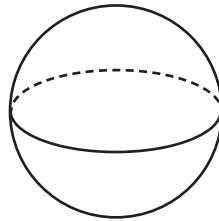


さんかくちゆう
三角柱

【2】円柱・球 えんちゆう きゆう

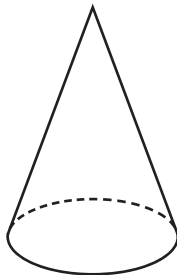


円柱

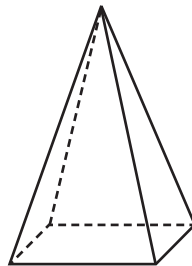


球

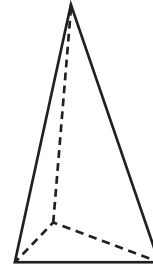
【3】すい体 たい



円すい

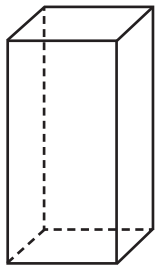


四角すい

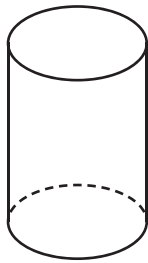
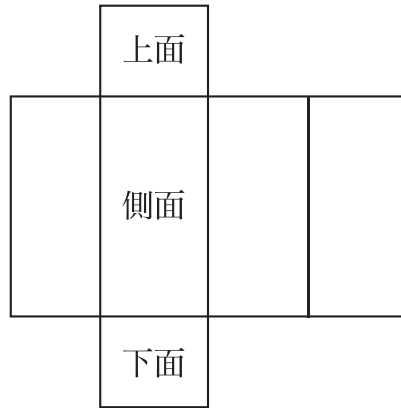


三角すい

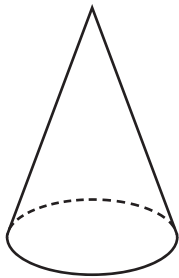
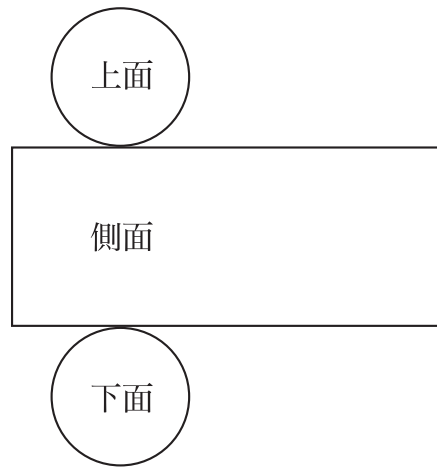
【4】^{てんかいず}展開図



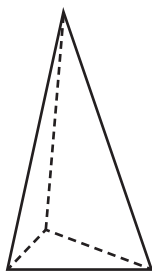
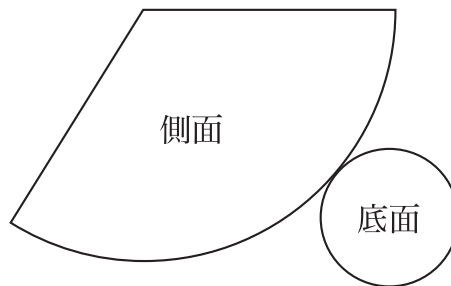
四角柱



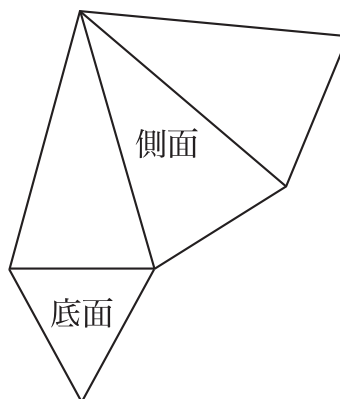
円柱

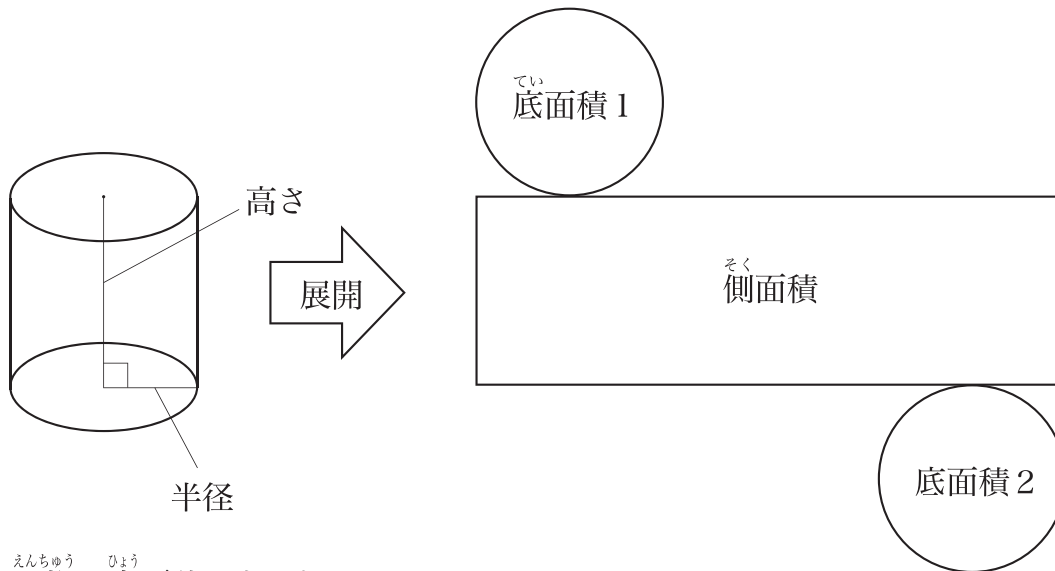


円すい



三角すい





えんちゆう ひょう
円柱の表面積の求め方

表面積 = 底面積1 + 底面積2 + 側面積

側面積 = 円周 × 高さ

演習問題

問1. () 内に入る語を下の欄から選べ。

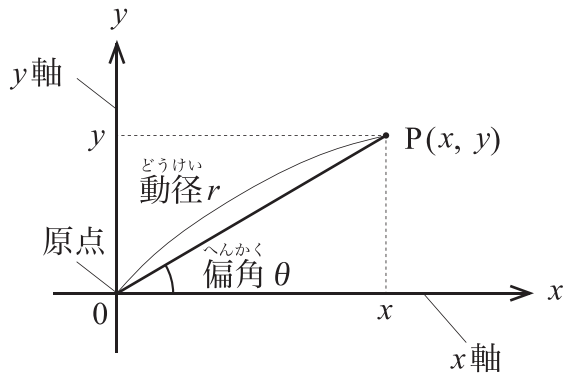
- ①三角柱には、() が6つあります。
- ②円柱の() は長方形です。
- ③円すいの側面は() です。
- ④三角柱の() は三角形です。

.....
 面 頂点 底面 円 扇形 側面

問2. 身の回りにどんな図形のものがあるか。考えてみよう。

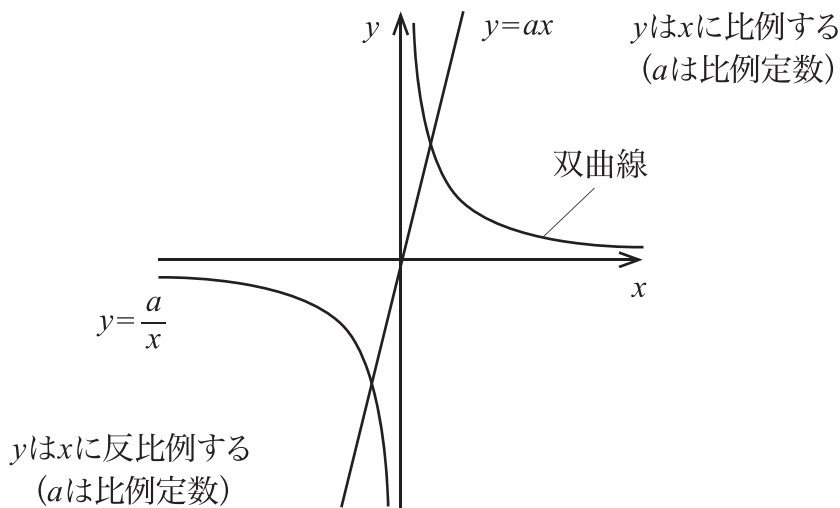
第8課 関数とグラフ (1) : 1次関数、2次関数 ほか

【1】 直交座標と極座標



このとき、 (X, Y) を点Pの直交座標という。
 また、 (r, θ) を点Pの極座標という。

【2】 比例・反比例・双曲線

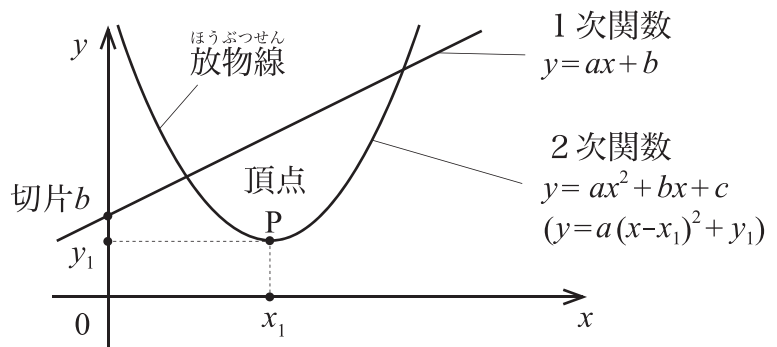


【3】 1次関数・2次関数

3-1 1次関数

$$y = ax + b$$

ここで、 a を傾き、
 b を切片せつぺんという。



3-2 2次関数

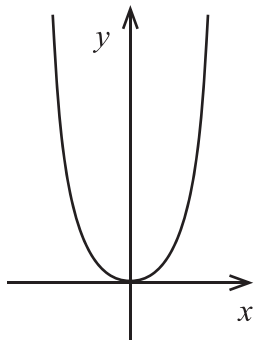
$$y = ax^2 + bx + c$$

【4】 いろいろな関数

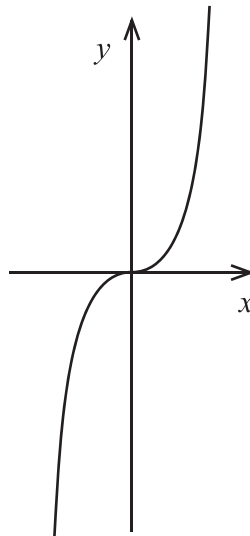
4-1 べき関数

$$y = x^n \quad (n \text{ は正の整数})$$

n が偶数ぐうすうのときの偶関数



n が奇数きすうのときの奇関数



$f(x)$ が奇関数 $\Leftrightarrow f(-x) = -f(x)$ \Leftrightarrow グラフは原点に対して対称

$f(x)$ が偶関数 $\Leftrightarrow f(-x) = f(x)$ \Leftrightarrow グラフは縦軸に対して対称

4-2 分数関数・無理関数

分数関数 $y = \frac{a}{x}$

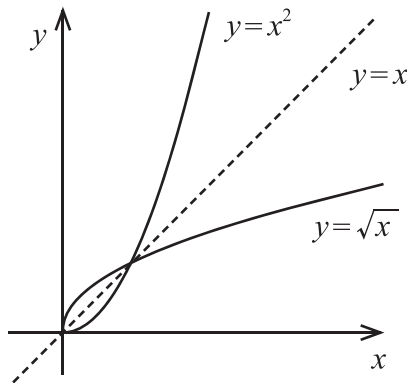
無理関数 $y = \sqrt{2x}$
無理式



4-3 逆関数

$y = x^2$ の逆関数は

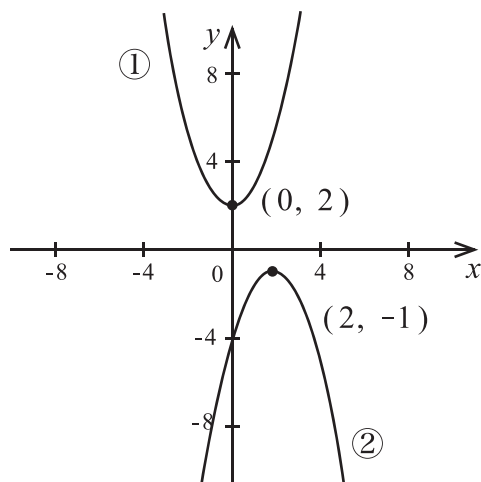
$y = \sqrt{x}$



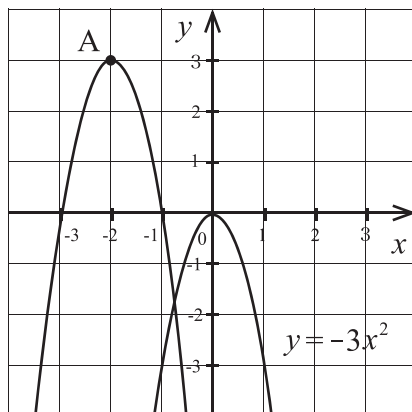
例題 1. 次の関数のグラフを書け。また、頂点の座標を求めよ。

① $y = x^2 + 2$

② $y = -(x-2)^2 - 1$



例題2. 放物線 $y = -3x^2$ を x 軸方向に -2 、 y 軸方向に 3 平行移動した放物線の方程式と頂点 A の座標を求めよ。



答：

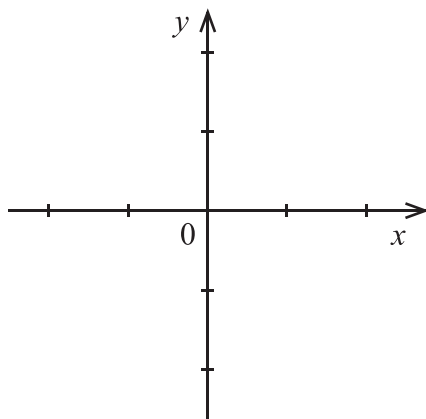
$$y = -3(x+2)^2 + 3$$

A の座標 $(-2, 3)$

演習問題

問1. 放物線 $y = -x^2$ のグラフを描け。

問2. 放物線 $y = -x^2$ を x 軸方向に -1 、 y 軸方向に -2 平行移動した放物線の方程式と頂点 A の座標を求めよ。



第9課 関数とグラフ (2) : 指数関数と対数関数

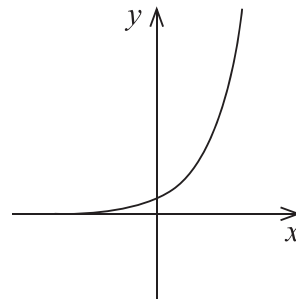
【1】累乗根

2乗根 → 平方根 3乗根 → 立方根 4乗根 …

$n\sqrt{\quad}$ を根号、
 n を累乗根の指数という。

【2】指数関数

$y=a^x$
 a を底とする指数関数という。



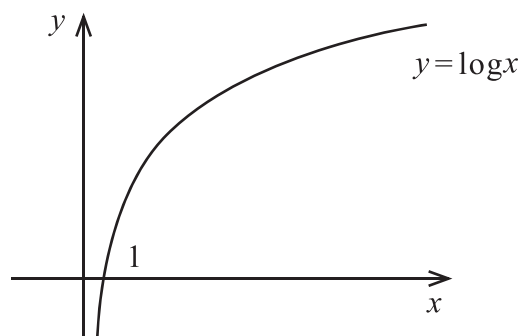
【3】対数関数

$a > 0$ かつ $a \neq 1$ とする。 $M > 0$ に対し、

$$m = \log_a M \Leftrightarrow M = a^m$$

ここで m を、 a を底とする M の対数という。

また M を、 a を底とする対数 m の真数という。



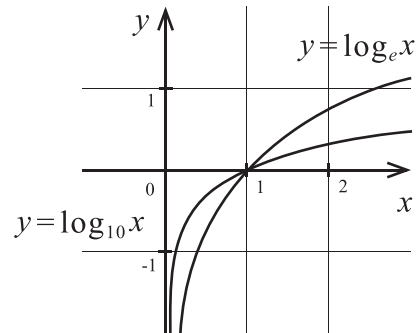
【4】対数関数とグラフ

$$y = \log_a x \quad (a > 0, a \neq 1)$$

a を底とする対数関数という。

$$\text{常用対数 } y = \log_{10} x = \log x$$

$$\text{自然対数 } y = \log_e x = \ln x$$



例題： ある放射性元素は毎日一定の割合で崩壊して、ちょうど13日後に半分になる。はじめの量の10分の1以下になるのは何日目か。

答：

1日ごとに残りの量が前日の r 倍($r < 1$)になるとすると、

$$r^{13} = \frac{1}{2} \text{ であるから、 } r = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{13}} = 2^{-\frac{1}{13}}$$

n 日目に、はじめの量の10分の1になるとすると、

$$r^n \leq \frac{1}{10} \text{ すなわち } 2^{-\frac{1}{13}n} \leq \frac{1}{10}$$

両辺の常用対数をとって

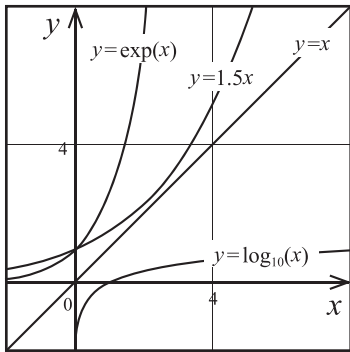
$$\log_{10} 2^{-\frac{n}{13}} \leq \log_{10} \frac{1}{10} = -1$$

$$-\frac{n}{13} \log_{10} 2 \leq -1$$

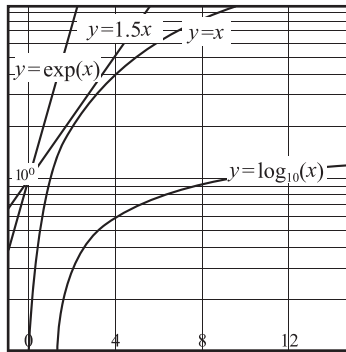
$$\therefore n \geq \frac{13}{\log_{10} 2} = \frac{13}{0.3010} = 43.189\dots$$

答：44日

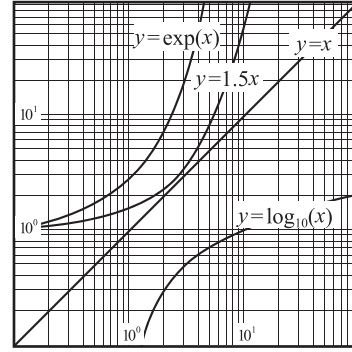
【5】グラフ用紙



普通方眼紙



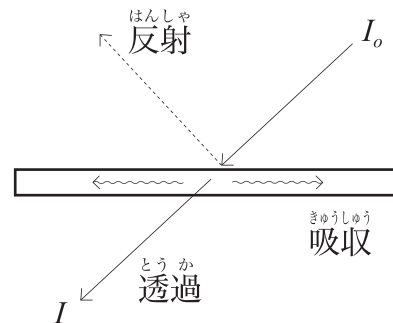
片対数グラフ



両対数グラフ

演習問題

問1. 光がある種のガラス板を1枚透過するごとに、その明るさが9%失われるという。このガラス板を何枚重ねると、透過した光の明るさがはじめの3割以下になるか。



$$\frac{I}{I_0} = \tau \text{ 透過率}$$

第10課 三角関数

【1】回転の向きと60分法

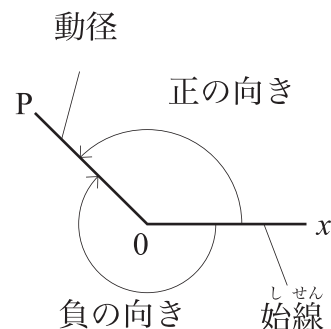
反時計回り → 正の向き

時計回り → 負の向き

角の大きさを

$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ あるいは $-180^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

で表わす。



【2】60分法と弧度法

「ラジアン」という単位を用いて角を表す方法を弧度法という。

単位は省略されていることが多い。

$\alpha^\circ = \theta$ (ラジアン) とすると

$$\theta = \frac{\pi}{180} \alpha, \alpha = \frac{180}{\pi} \theta$$

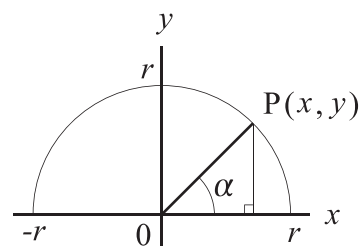
【3】三角関数

3-1 三角比の定義

α のサイン (正弦) $\sin \alpha = \frac{y}{r}$

α のコサイン (余弦) $\cos \alpha = \frac{x}{r}$

α のタンジェント (正接) $\tan \alpha = \frac{y}{x}$



3-2 三角比の逆数

$\sin \alpha$ 、 $\cos \alpha$ 、 $\tan \alpha$ の逆数をそれぞれ、 $\operatorname{cosec} \alpha$ 、 $\sec \alpha$ 、 $\cot \alpha$ と書き、それぞれ α のコセカント (余割)、セカント (正割)、コタンジェント (余接) という。

$$\operatorname{cosec} \alpha = \frac{1}{\sin \alpha}, \sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}, \cot \alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$

3-3 逆三角関数

アークサイン (逆正弦) $\sin^{-1}y$

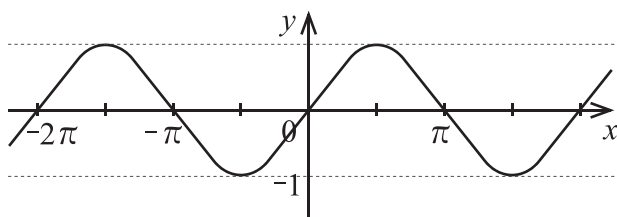
アークコサイン (逆余弦) $\cos^{-1}y$

アークタンジェント (逆正接) $\tan^{-1}y$

【4】三角関数のグラフ

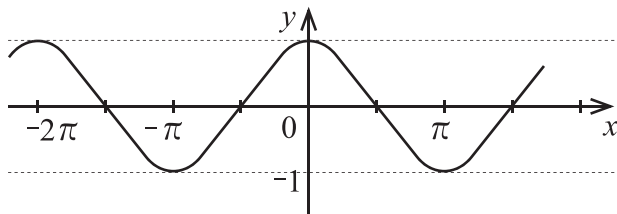
4-1 正弦曲線^{きよくせん}

$$y = \sin x$$



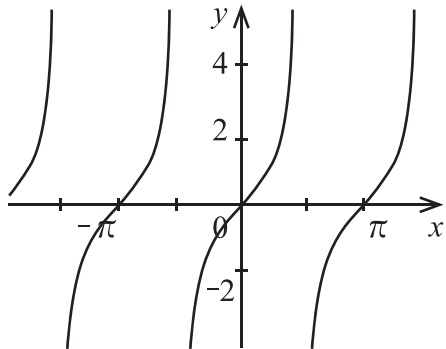
4-2 余弦曲線

$$y = \cos x$$



4-3 正接曲線

$$y = \tan x$$



演習問題

問1. 次の式たいおうに対応する名称めいしょうを以下の欄から選べ。

三角関数の相互関係 <small>そうごかんけい</small>	正弦定理 <small>せいげんていり</small>	加法定理 <small>かほう</small>
三角関数の合成 <small>ごうせい</small>	半角の公式 <small>はんかくこうしき</small>	余弦定理

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}, \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1, 1 + \tan^2 \theta = \frac{1}{\cos^2 \theta}$$

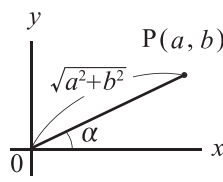
.....

$$\begin{aligned} \sin(\alpha \pm \beta) &= \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta \\ \cos(\alpha \pm \beta) &= \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta \\ \tan(\alpha \pm \beta) &= \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta} \end{aligned}$$

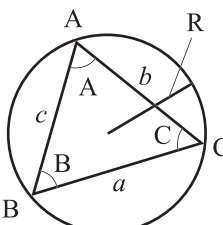
.....

$$a \sin x + b \cos x = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(x + \alpha)$$

ただし、

$$\cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \sin \alpha = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$


.....



$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$$

.....

$$\begin{aligned} a^2 &= b^2 + c^2 - 2bc \cos A \\ b^2 &= c^2 + a^2 - 2ca \cos B \\ c^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos C \end{aligned}$$

.....

$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2}, \cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}, \tan^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

.....

問2. 次の文章を読み、問いに答えよ。

高さ20mのビルの屋上の地点Aから、あるタワーの先端Pを見上げて
水平からの角度を測ったら 27° であり、さらに10m前に進んで測ったら
 30° であった。

①タワーの高さを求める式を書け。

②小数点第二位を四捨五入し、タワーの高さを求めよ。必要なら表1
の値を使用すること。

表1 三角関数表

	27°	30°
$\sin \theta$	0.4540	0.5000
$\cos \theta$	0.8910	0.8660
$\tan \theta$	0.5095	0.5774

第11課 数列

【1】数列

$$\begin{array}{ccccccc} a_1, & a_2, & a_3, & \dots & a_n, & \dots & \\ \downarrow & \downarrow & & & \downarrow & & \\ \text{初項} & \text{第2項} & & & \text{第n項} & & \\ \text{(または第1項)} & & & & & & \end{array}$$

数列が有限のとき、項の個数を項数、最後の項を末項という。
数列の第 n 項を n の式で表したものを、一般項という。

【2】等差数列

初項 a 、公差 d の等差数列の一般項は $a_n = a + (n-1)d$

【3】等比数列

初項 a 、公比 r の等比数列の一般項は $a_n = ar^{n-1}$

【4】数列の和

4-1 等差数列の和

初項 a 、末項 ℓ 、公差 d の等差数列の、初項から第 n 項までの和を S_n とする。

$$S_n = \frac{n(a+\ell)}{2} = \frac{n\{2a+(n-1)d\}}{2}$$

4-2 等比数列の和

初項 a 、公比 r の等比数列の、初項から第 n 項までの和を S_n とする。

$$S_n = \begin{cases} \frac{a(1-r^n)}{1-r} = \frac{a(r^n-1)}{r-1} & (r \neq 1) \\ an & (r=1) \end{cases}$$

4-3 いろいろな数列の和

数列の和を簡単に表すために、記号 Σ （シグマ）を用いる。

$$\sum_{k=1}^n a_k = a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_n$$

【5】^{じゅんれつ}順列の公式

異なる n 個のものから異なる r 個を取り出し並べる。

$${}_n P_r = n(n-1)(n-2) \cdots (n-r+1) = \frac{n!}{(n-r)!}$$

【6】^{くみあわせ}組合の公式

異なる n 個のものから異なる r 個を取る組み合わせ

$${}_n C_r = \frac{{}_n P_r}{r!} = \frac{n(n-1) \cdots (n-r+1)}{r!} = \frac{n!}{(n-r)!r!}$$

【7】二項定理

$$(a+b)^n = a^n + {}_n C_1 a^{n-1} b + {}_n C_2 a^{n-2} b^2 + \cdots + {}_n C_{n-1} a b^{n-1} + b^n$$

$$= \sum_{r=0}^n {}_n C_r a^{n-r} b^r \quad ({}_n C_0 = {}_n C_n = 1)$$

演習問題

問1. $1+2+3+\cdots$ という数列の和の一般項を求めよ。

問2. 円周上に異なる8点がある。これらの点を結んでできる線分は何本か。
また、これらの点を頂点とする三角形は何個作れるか。

問3. $\left(x - \frac{2}{x}\right)^6$ を展開したとき、次の項の係数を求めよ。

① x^2

② $\frac{1}{x^4}$

③ 定数項

第12課 微分積分法

【1】関数の極限

1-1 収束・極限值

x が a に近づくとき、 $f(x)$ は1に収束する。

$$x \rightarrow a, f(x) \rightarrow 1$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = 1$$

ここで1は、 x が a に近づくときの極限值という。

1-2 極限

x が a に近づくときの $f(x)$ の極限は ∞ である。

$$x \rightarrow a, f(x) \rightarrow \infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$$

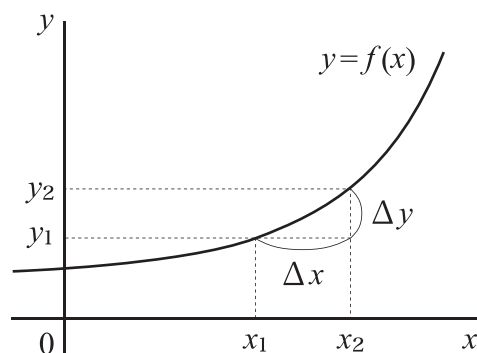
【2】微分係数

2-1 平均変化率

$\Delta x = (x_2 - x_1)$: x の増分

$\Delta y = (y_2 - y_1)$: y の増分

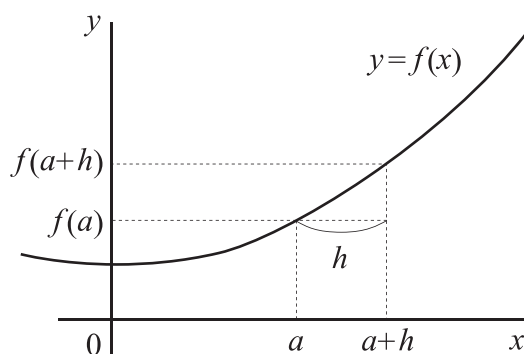
$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{f(x_1 + \Delta x) - f(x_1)}{\Delta x}$$



2-2 微分係数

$$f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$$

$f'(a)$ を、関数 $f(x)$ の $x=a$ における微分係数または変化率という。



【3】^{どう}導関数

$y=f(x)$ を x について微分すると導関数を得ることができる。

$$f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x)-f(x)}{\Delta x}$$

$y=f(x)$ の導関数を、 $f'(x)$ のほかに y' 、 $\frac{dy}{dx}$ 、 $\frac{d}{dx}f(x)$ とも表す。

【4】^{ごうせい}合成関数の導関数

4-1 合成関数

$$\begin{cases} y=f(u) & \text{または} & y=f(g(x)) \\ u=g(x) \end{cases}$$

4-2 合成関数の導関数

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx} = f'(u) g'(x) = f'(g(x)) g'(x)$$

【5】^{こうじ}高次導関数

$$y^{(n)} = f^{(n)}(x) = \frac{d^n y}{dx^n} = \frac{d^n}{dx^n} f(x)$$

$y=f(x)$ の第 n 次導関数という。

【6】^{そくど}速度と^か加速度

時刻 t における、点Pの位置を $x(t)$ とするとき、平均速度は $\frac{x(t+\Delta t)-x(t)}{\Delta t}$

時刻 t における、点Pの速度は $v(t) = \frac{dx}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t+\Delta t)-x(t)}{\Delta t}$

時刻 t における、点Pの加速度は $\alpha(t) = v'(t) = \frac{d^2x}{dt^2} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v(t+\Delta t)-v(t)}{\Delta t}$

で表すことができる。

【7】不定積分

$F'(x) = f(x)$ のとき

$F(x)$ を、 $f(x)$ の原始関数という。

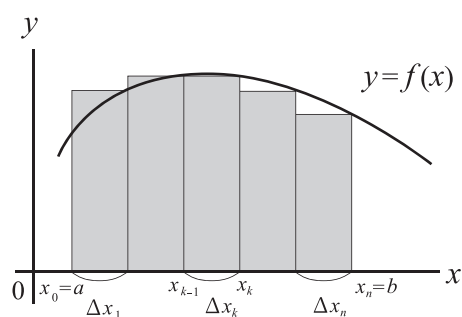
$$\int f(x) dx = F(x) + C$$

$f(x)$ を不定積分するという。Cは任意の定数である。

【8】定積分

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{\Delta x_k \rightarrow 0} \sum_{k=1}^n f(x_k) \Delta x_k$$

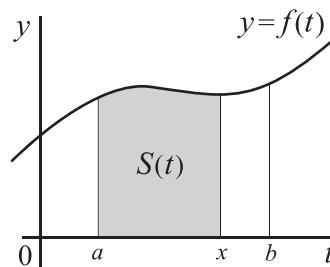
$f(x)$ を、 a から b までの区間で定積分するという。



【9】微分積分法の基本定理

$$S(t) = \int_a^x f(t) dt \text{ とおくと、} S'(t) = f(t)$$

$S(t) : f(t)$ の a から x までの定積分



例題 1

a, b を正の定数とするとき、楕円 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ の内部の面積 S を求めよ。

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad \text{について解くと、} \quad y = \pm \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}$$

$y = + \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}$ 、 $y = - \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}$ は、楕円のそれぞれ上半分、下半分を

表わす方程式であるから、

$$\begin{aligned} S &= \int_{-a}^a \left\{ \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2} - \left(- \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2} \right) \right\} dx \\ &= \frac{2b}{a} \int_{-a}^a \sqrt{a^2 - x^2} dx \end{aligned}$$

$\sqrt{a^2 - x^2}$ は偶関数なので、

$$S = \frac{4b}{a} \int_0^a \sqrt{a^2 - x^2} dx$$

ここで、 $\int_0^a \sqrt{a^2 - x^2} dx$ は半径 a の円の 4 分の 1 の面積に等しいから、

$$S = \frac{4b}{a} \cdot \frac{\pi a^2}{4} = \pi ab$$

演習問題

問1. 曲線 $y = x^3 + ax$ ($a > 0$) と、この曲線の原点における法線とで囲まれる面積 S を a を用いて求めた。() にあてはまる語句を、右下の言葉の中から選んで入れよ。

$$f(x) = x^3 - ax \text{ と () }$$

$$f'(x) = 3x^2 - a \text{ より () における () は}$$

$$y = -\frac{1}{f'(0)}x \text{ より } y = \frac{x}{a} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

これと、 $y = x^3 - ax$ との交点の () は

$$x^3 - ax = \frac{x}{a} \text{ より}$$

$$x^3 - (a + \frac{x}{a})x = 0$$

$$x \left\{ x^2 - (a + \frac{1}{a}) \right\} = 0$$

$$\text{よって、} x = 0, \pm \sqrt{a + \frac{1}{a}}$$

ここで、 $y = x^3 - ax$ も $y = \frac{x}{a}$ も () より

原点 () であることを考えると、

$$t = \sqrt{a + \frac{1}{a}} \text{ と置くと、}$$

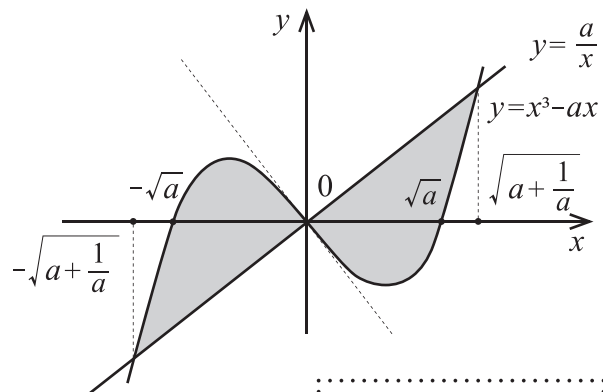
$$S = 2 \int_0^t \left\{ \frac{x}{a} - (x^3 - ax) \right\} dx$$

$$= -2 \int_0^t \left\{ x^3 - (a + \frac{1}{a})x \right\} dx$$

$$= -2 \left\{ \frac{t^4}{4} - (a + \frac{1}{a}) \times \frac{t^2}{2} \right\}$$

$$= -\frac{1}{2} (a + \frac{1}{a})^2 + (a + \frac{1}{a})^2$$

$$= \frac{1}{2} (a + \frac{1}{a})^2$$



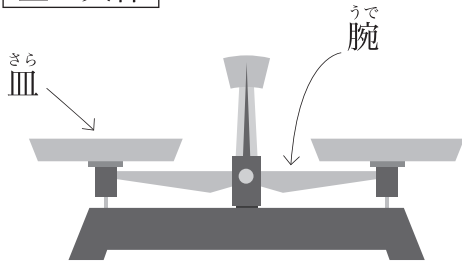
- | | |
|------|------|
| すると | おくと |
| 奇関数 | 偶関数 |
| y 座標 | x 座標 |
| 原点 | 対称 |
| 非対称 | 接線 |
| 法線 | |

問2. 問1の、面 S の最小値を求めよ。

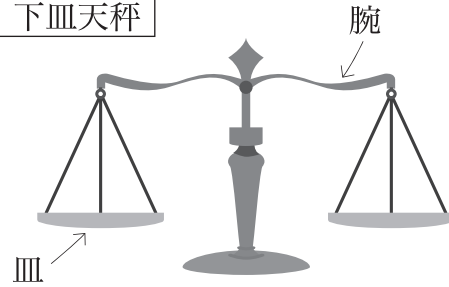
第13課 重さをはかる

【1】^{てんびん} 天秤

うわざら
上皿天秤



したざら
下皿天秤



【2】天秤を使用するために必要なものと表現

やくほうし
薬包紙



ぶんどう
分銅



ピンセット

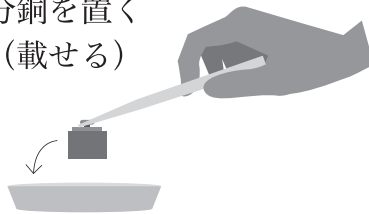


*注意 ^{ちゅうい} 分銅を素手で触ってはいけません。ピンセットで分銅を持ちましょう。
^{ふんまつ} 粉末の質量を量るときは、^{しつりょう} 薬包紙を使いましょう。^{はか}

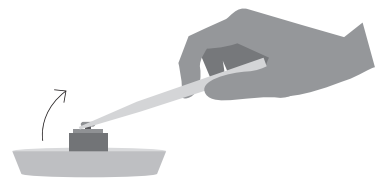
ピンセットで
分銅をつまむ



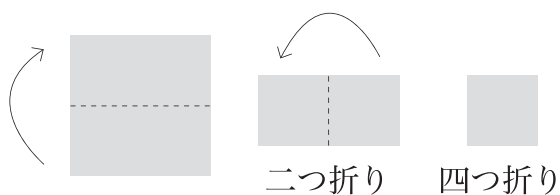
皿の上に
分銅を置く
(載せる)



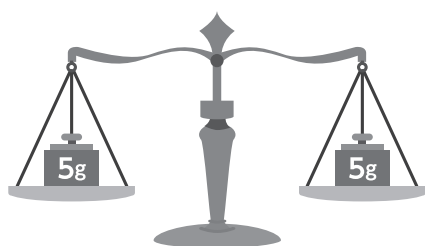
皿の上から
分銅を取る



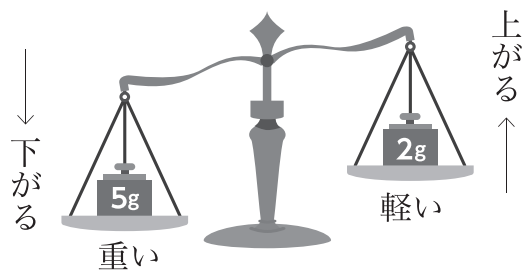
薬包紙を折る



つり合っている (平衡^{へいこう}している)

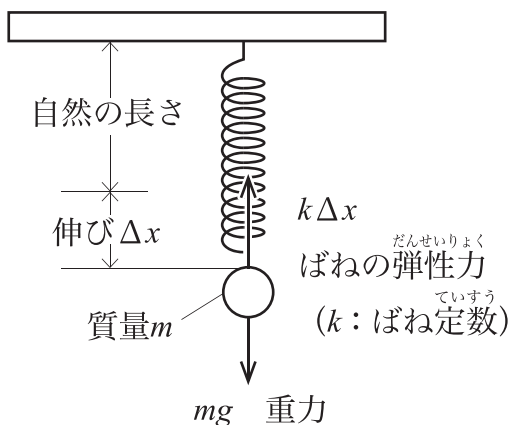


つり合っていない

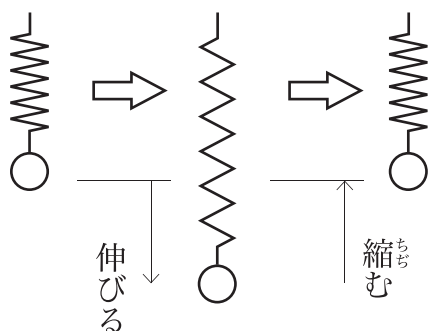


重さを量る ばねばかり

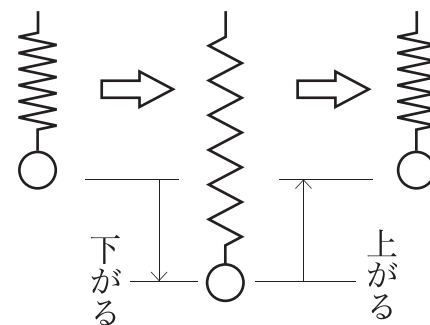
ばねばかり



ばねが伸縮^{しんしゆく}する



おもりが上下^{じょうげ}する





単位と言葉、表現

長さ	mm, cm, m, km	ものさし、 ^{じょうぎ} 定規、メジャー	長い 短い
重さ	g, kg	はかり、天秤	重い 軽い
面積、広さ、 大きさ	m ² , cm ² , ha, a…		広い 狭い
体積、容積	m ³ , cm ³		大きい 小さい
容量	cc, ℓ, ml	メスシリンダー	大きい 小さい
角度	°	分度器	大きい 小さい
厚さ	cm…	ノギス、マイクロメーター	厚い 薄い
温度	°C	温度計、サーモグラフィー	高い 低い
圧力、気圧	atm, mmHg, Pa	気圧計…	高い 低い
熱量	J, cal		大きい 小さい
時間	時、分、秒	時計、ストップウォッチ	長い 短い

演習問題

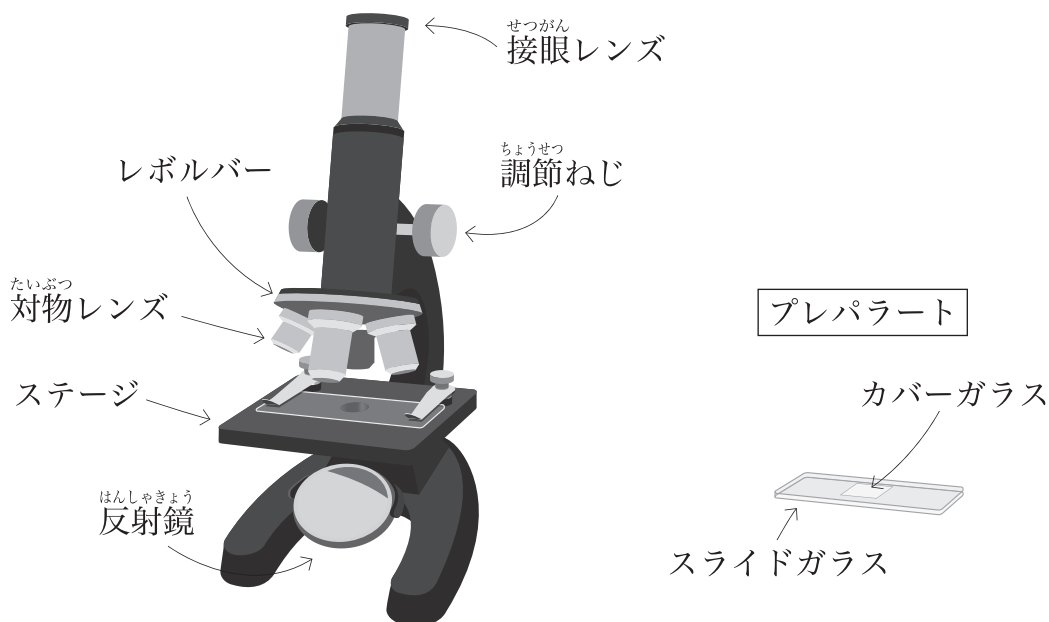
問1. ()に入る言葉を下の欄から選べ。必要があれば、形を変えよ。

- ① ピンセットで分銅を () 皿に置く。
- ② 椅子を床に ()。
- ③ 本棚から本を ()。
- ④ 左右の皿が () とき、質量は等しい。
- ⑤ 紙を半分に ()。
- ⑥ ばねばかりにおもりを ()。
- ⑦ メジャーで机の幅を ()。
- ⑧ メスシリンダーで水溶液の () を測る。
- ⑨ 分度器で () を測る。
- ⑩ マイクロメーターでCDの () を測る。
- ⑪ サーモグラフィーで測定すると、黄色く表示されたところは、赤く表示されたところよりも温度が ()。

測る	置く	角度	取る	折る	吊るす	体積	つまむ
厚い	薄い	高い	低い	容量	乗せる	釣り合う	

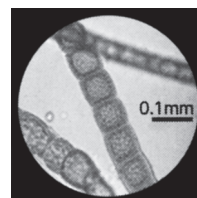
第14課 小さなものを拡大して見る かくだい

【1】顕微鏡の各部名称 けんびきょう かくぶ

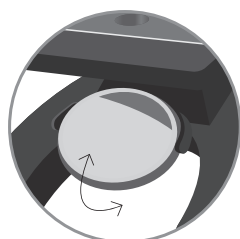


【2】顕微鏡の使い方

- ① ステージにプレパラートをのせる。
- ② 接眼レンズをのぞきながら、反射鏡を動かして、明るくする。
- ③ ピント調節ねじ（回転の動き）、ピントを合わせる（上下の動き）。
- ④ 倍率を変更するには、レボルバーを回して、対物レンズを変える。



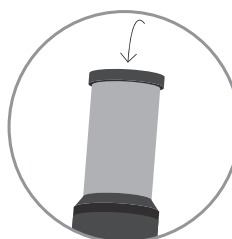
拡大されたサンプル



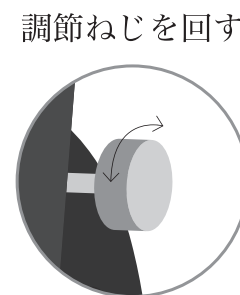
反射鏡の角度
を変える



レボルバーを
回転させる



のぞきこむ



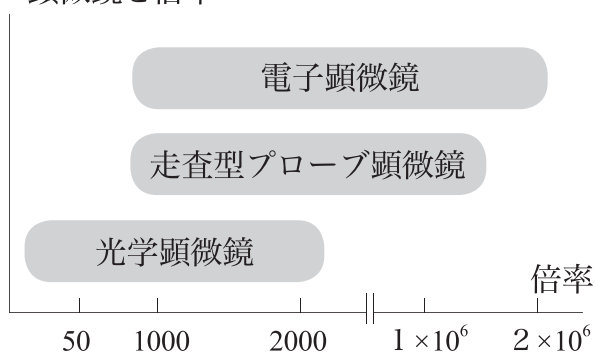
調節ねじを回す

【3】顕微鏡の種類

- 光学顕微鏡 (OM)
 - 実体顕微鏡 / 蛍光顕微鏡
 - レーザー走査顕微鏡
 - 共焦点レーザー顕微鏡
- 電子顕微鏡
 - 透過型電子顕微鏡 (TEM)
 - 走査型電子顕微鏡 (SEM)
- 走査型プローブ顕微鏡 (SPM)
 - 原子間力顕微鏡 (AFM)
 - 走査型トンネル顕微鏡 (STM)
 - 走査型近接場光顕微鏡 (SNOM)
- X線顕微鏡
- 超音波顕微鏡
- バーチャル顕微鏡



顕微鏡と倍率



演習問題

問1. () に入る言葉を、右の中から選べ。必要があれば、形を変えよ。

ツククサの葉の細胞を観察することにした。

- ① ツククサの葉を二つに折って、片方を引っ張り葉の裏側の表皮をとる。
- ② 表皮を () に乗せ、スポイトで水をかけて、() をかぶせてプレパラートを作る。
- ③ プレパラートを () に乗せる。
- ④ () をのぞいたら暗かったので、反射鏡を動かして明るさを調整した。
- ⑤ () を回してピントを合わせた。
- ⑥ もっと拡大して観察したかったため、() を回して、倍率を上げた。

- ステージ
- 接眼レンズ
- 対物レンズ
- レボルバー
- ピント調節ねじ
- スライドガラス
- カバーガラス

第15課 塩の結晶を作る(1): 食塩水を作る

目的：塩の結晶を作るため、まず食塩水を作る。

食塩水とは…水に食塩（塩）が溶けたもの。

【1】用意するもの



ビーカー



ガラス棒



塩



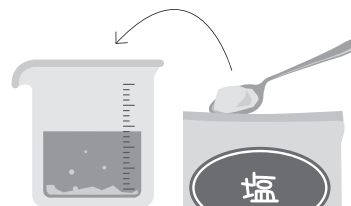
さじ

【2】実際に作ってみる

① 蛇口をひねってビーカーに水を入れる。



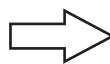
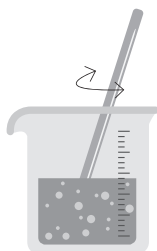
② 塩をさじですくい、水に加える。



③ ガラス棒でよくかき混ぜる。

④ しばらくすると、溶けなかった塩が沈殿した。

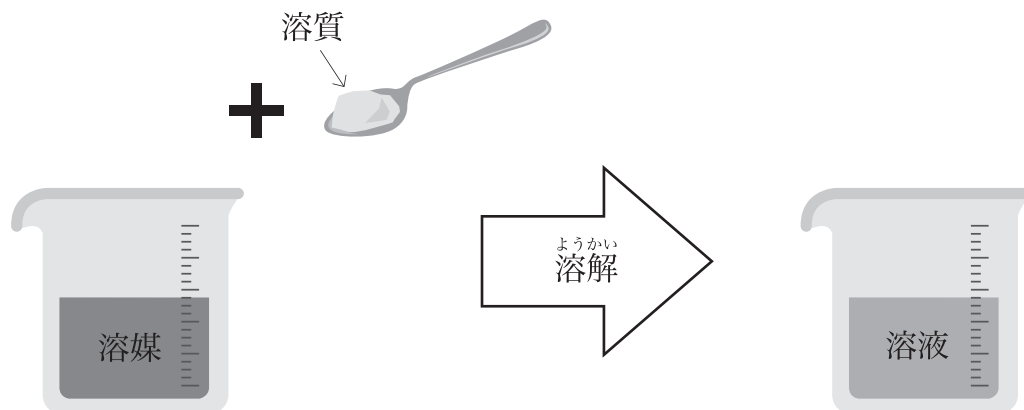
かくはん
攪拌する
(かき混ぜる、
混ぜる)



しばらくすると…



塩が沈殿した

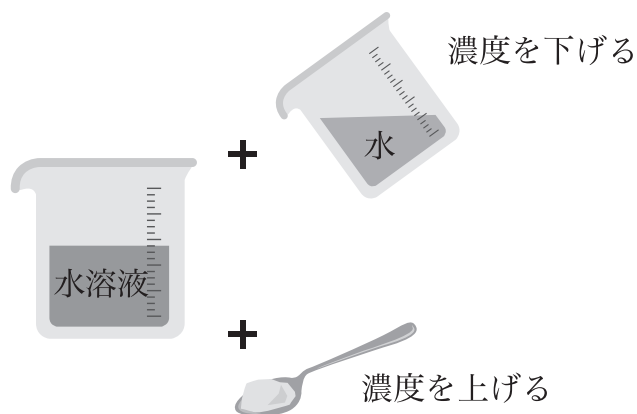


ようえき ようしつ ようばい
 溶液：溶質が溶媒に溶けているもの。食塩水の場合、水が溶媒、塩が溶質である。

* 溶媒が水の場合、水溶液という。

$$\text{のうど濃度} \% = \frac{\text{溶質}}{\text{溶質} + \text{溶媒}} \times 100$$

低濃度 ←————→ 高濃度
 ←————→
 濃度を下げる 濃度を上げる
 うすくする 濃くする



演習問題

問1. 濃度10%の食塩水120g（食塩水A）と、濃度20%の食塩水180g（食塩水B）を混ぜた。次の問に答えよ。

- ① 食塩水Aと食塩水Bには何gの食塩が溶けているか。
- ② 混ぜた後、食塩は全体で何g溶けているか。
- ③ 混ぜてできた食塩水の濃度を求めよ。

問2. 次の（ ）に当てはまる言葉を下から選んで書き入れよ。

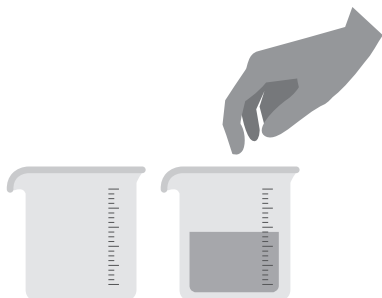
- ① 赤い絵の具に黄色を（ ）と^{だいだいいろ}橙色になる。
- ② コーヒーに^{さとう}砂糖を入れてよく（ ）。
- ③ ^{あみ}網で魚を（ ）。
- ④ （ ）に溶質が溶けているものを溶液という。
- ⑤ 水溶液の溶媒は（ ）である。
- ⑥ 食塩水は（ ）に（ ）が溶けている溶液である。
- ⑦ ^{おんりょう}音量を上げるときはツマミを（ ）。

溶質	溶媒	溶液	水	^{あぶら} 油	砂糖	塩
かき混ぜる	すくう	ひねる	混ぜる			

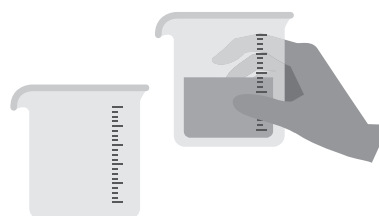


溶液を^{うつ}移し^か替^いえ^{れん}る^どう^さの一連の動作

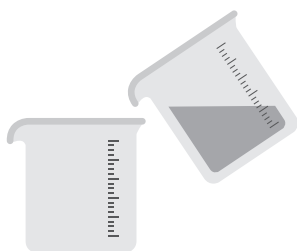
① 手を伸ばす



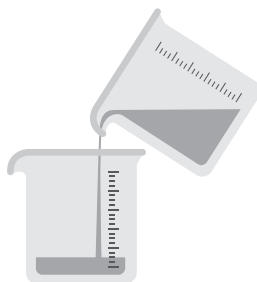
② 溶液の入っているビーカーを持つ



③ ^{かたむ}傾ける



④ 液体を^{そそ}注ぐ



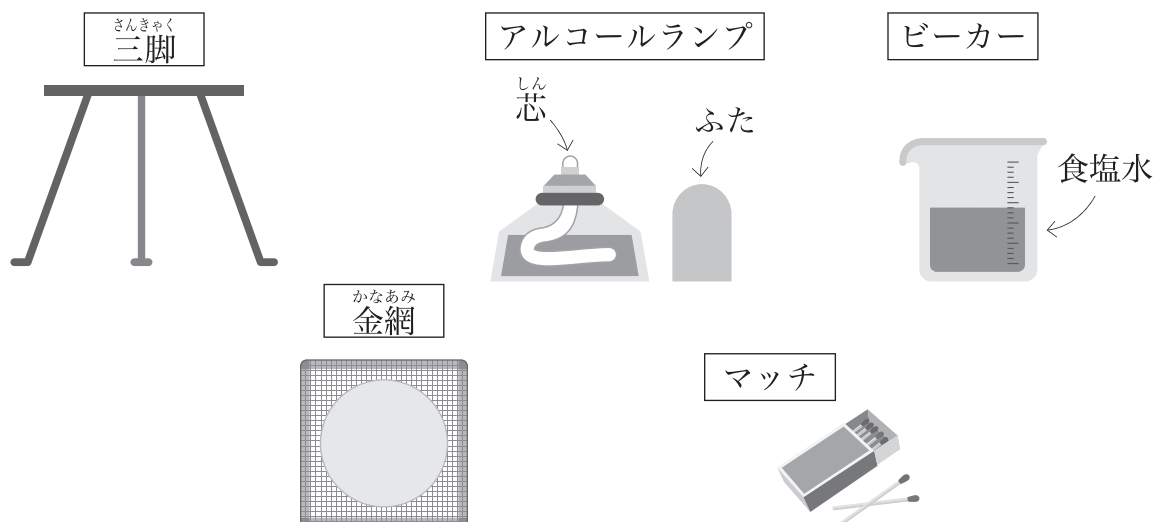
⑤ 空のビーカーを置く



第16課 塩の結晶を作る(2)：加熱の用意

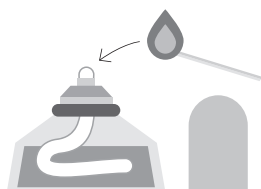
目的：食塩水の濃度を高くするための用意をする。

【1】用意するもの

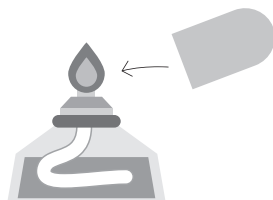


【2】アルコールランプの使い方

- ① 芯の長さ、アルコールの量を確認する。
- ② マッチを用意して、アルコールランプのふたをとって、近くにふせておく。
- ③ マッチをすって、アルコールランプの横から火を近づける。
- ④ ふたを横からかぶせて、火を消す。



火をつける
マッチは横から
近づける



火を消す
ふたを横から
かぶせる

- ⑤ 消した後、一度ふたを取って、熱い空気を逃がしてから、またかぶせる。



言葉と表現

～は～の近くに／遠くにある

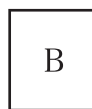


↑
女の子

Aは女の子の近くにある

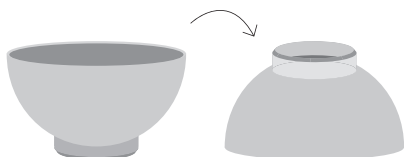


Bは女の子の遠くにある

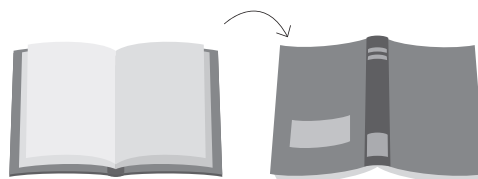


～をふせる

ちやわん
茶碗をふせる



本をふせる



～と～を近づける

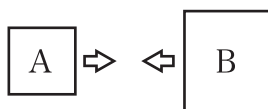
くっつける

近づける



離す・遠ざける

合わせる

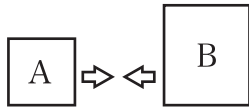




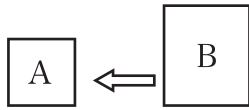
言葉と表現 ちょっと詳しく

近づける

AとBを近づける

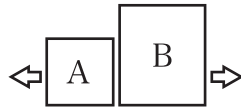


AにBを近づける

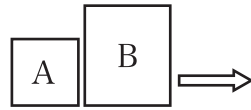


離す

AとBを離す・遠ざける

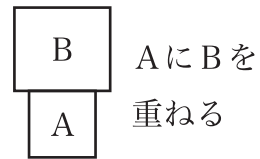
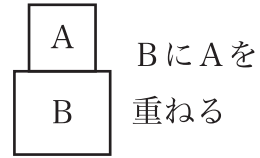


AからBを離す・遠ざける



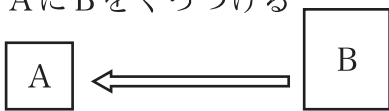
重ねる

AとBを重ねる

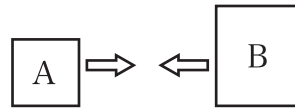


くっつける

AにBをくっつける



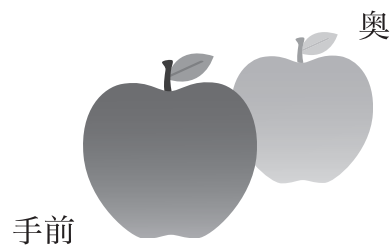
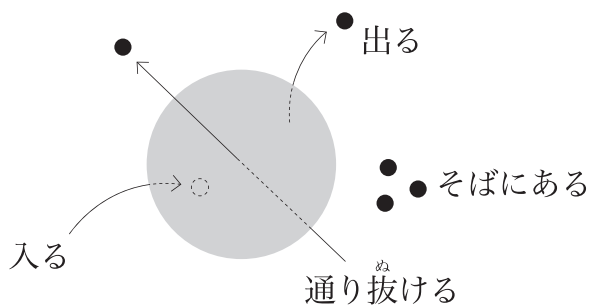
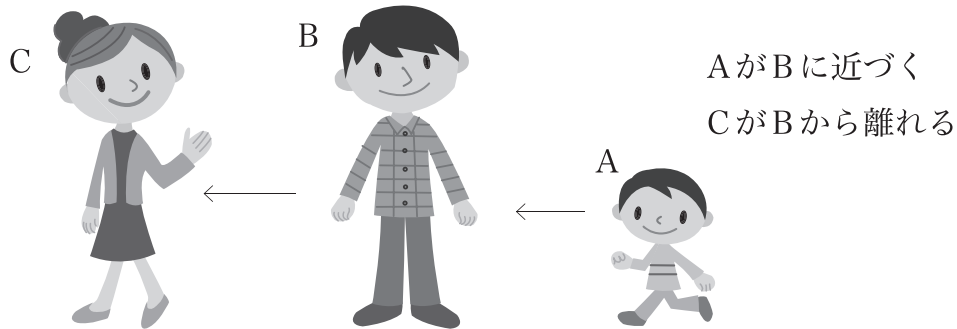
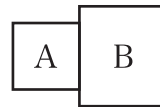
BとAをくっつける



BをAにくっつける



AとBがくっつく



演習問題

問1. 次の（ ）に適切な語句を入れよ。ただし、下の欄から選べ。

- ① 磁気でカードが壊れないように、磁石とカードを（ ）。
- ② 飲み物がこぼれないように、ペットボトルに（ ）。
- ③ 磁石のN極とS極を（ ）。
- ④ 磁石のN極同士を（ ）と、反発しあう。
- ⑤ 経験を（ ）。
- ⑥ 校門を（ ）。

ふたをする 離す くっつける 近づける
 通り抜ける 重ねる ふせる

問2. 下図を見て、（ ）に入る言葉を、下の欄から選べ。

- ① 女の子の（ ）木がある。
- ② 女の子の（ ）山がある。
- ③ （ ）山には雲がかかっている。

手前の 奥の 近くに 遠くに

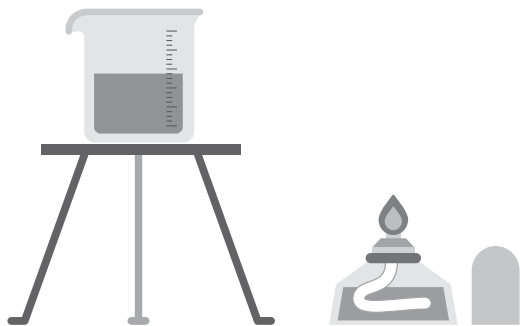


第17課 塩の結晶を作る(3): 加熱、冷却

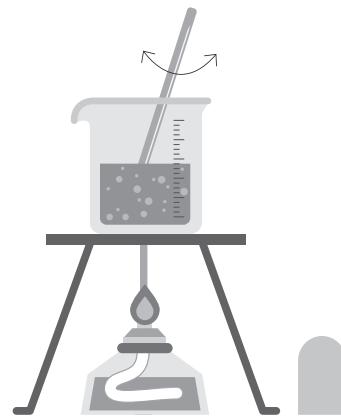
目的：食塩水の濃度を上げる（濃くする）。

【1】作業

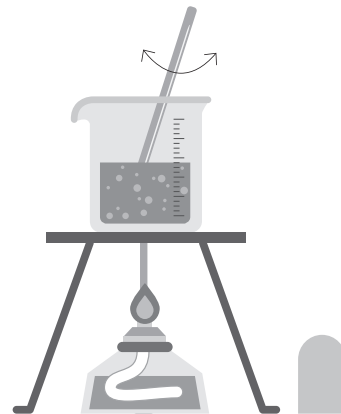
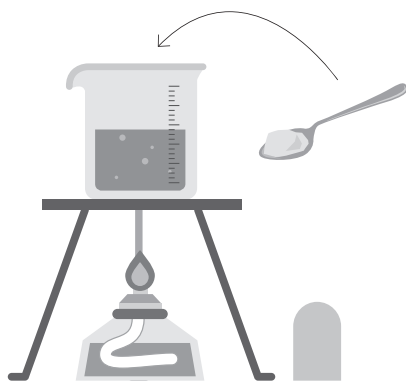
- ① ビーカーを三脚の上へのせ、火をつけたアルコールランプを設置する。



- ② 攪拌しながら加熱する。



- ③ 塩が溶け切ったら、さらに塩を加えて攪拌する。

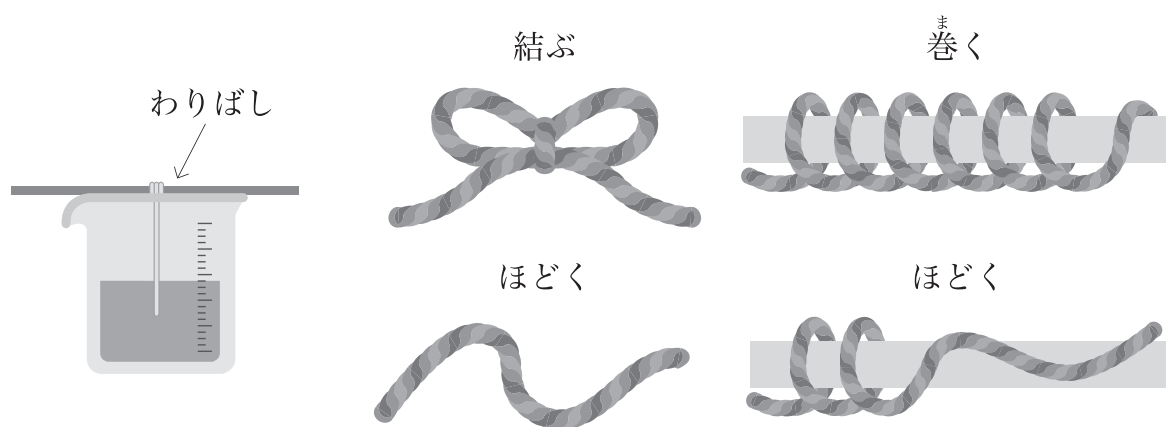


- ④ ③をくり返し、100°Cでの飽和食塩水を作る。

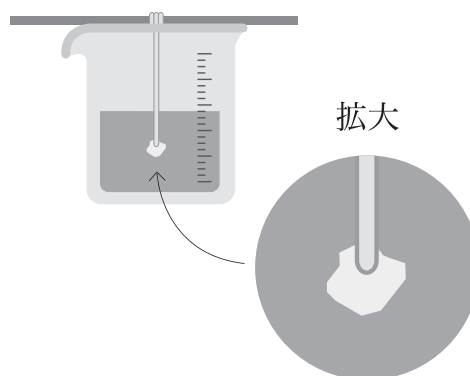
飽和食塩水とは…それ以上塩が溶けない食塩水のこと。

【2】結晶を作る

- ⑤ わりばしに糸を結んで垂らし、飽和食塩水に先端を浸す。

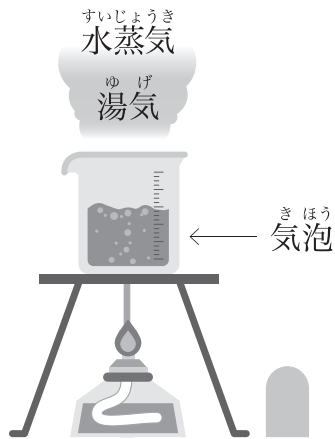


- ⑥ ゆっくりと水溶液を冷やしていくと、翌日、糸の先端に小さな塩の結晶ができる。
- ⑦ 飽和食塩水に何回かこの塩の結晶を浸すことをくり返すと、結晶を成長させることができる。





ふっとう
沸騰

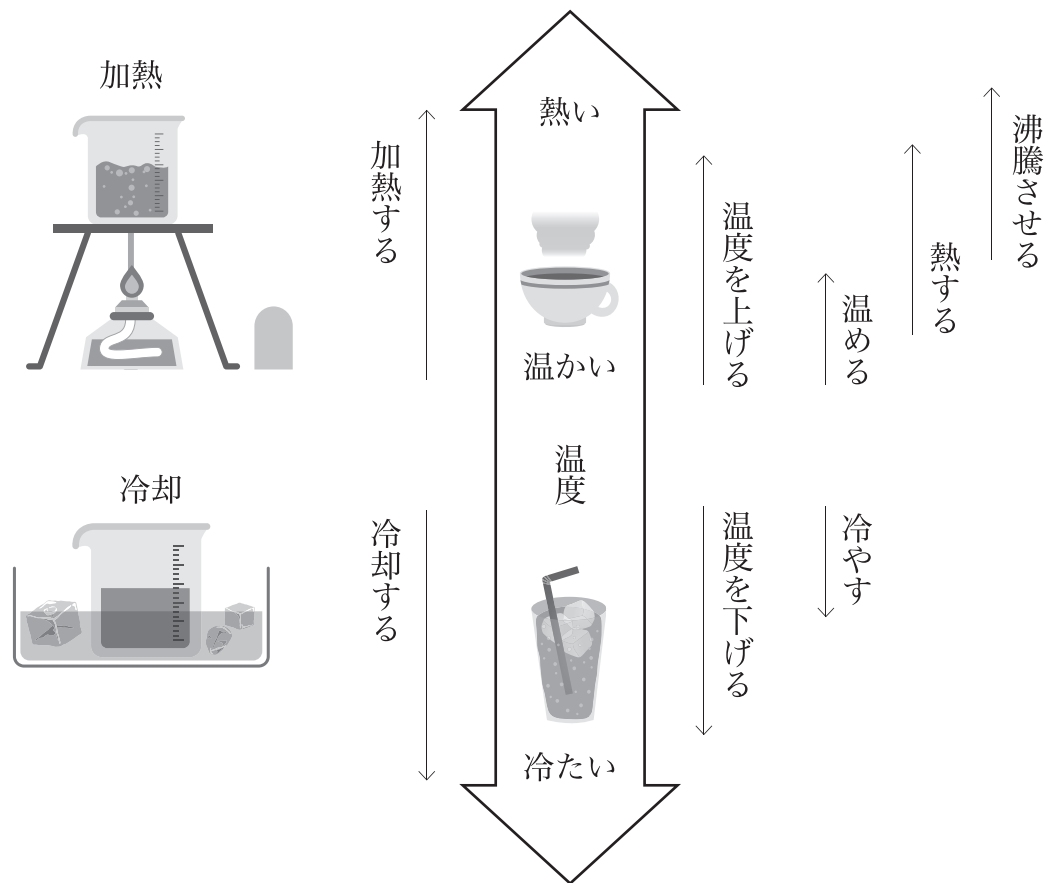


沸騰時の擬音語、擬態語

- ぐつぐつと煮る
- ぐらぐら沸いている
- ぽこぽこ^{きほう}気泡が出る
- ぶくぶくしている



温度を上げたり下げたりする表現



演習問題

問1. ()に入る言葉を下の欄から選べ。必要があれば、形を変えよ。

- ① パンをスープに ()。
- ② お皿にしょうゆを静かに ()。
- ③ コーヒーにミルクを入れて、スプーンで ()。
- ④ お湯がぬるくなったので、また ()。
- ⑤ 水蒸気を () と水になる。
- ⑥ この靴くつひもはかたく () があるので、ほどくのが大変だ。
- ⑦ ぐらぐらと () したお湯でお茶をいれる。
- ⑧ 暑くてのどがかわいたので、() 氷水を飲もう。
- ⑨ 熱い紅茶を飲んで体を ()。

上げる	下げる	温める	冷やす	かきまぜる	加熱する
結ぶ	垂らす	浸す	温かい	冷たい	沸騰

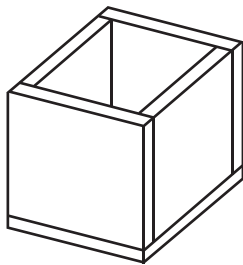
第18課 木の箱を作る (1): 準備

目的：板厚10mmの杉材を用いて、一辺が15cmの木箱を作る。

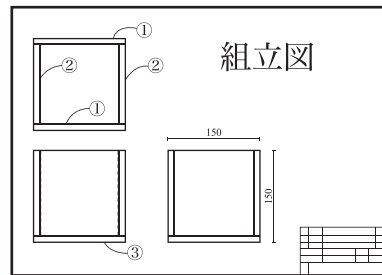
【1】製作図と準備

- ① 木箱の立体図を描き、そこから各部寸法を決定する。
- ② 組立図、部品図を描く。

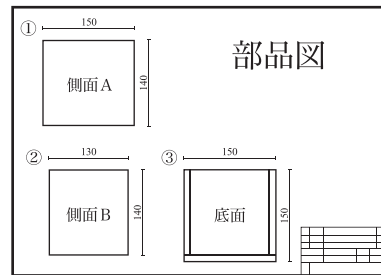
立体図、組立図、部品図



立体図



組立図

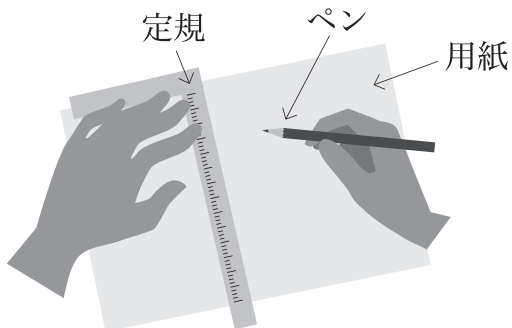


部品図

用紙に直線を引くために

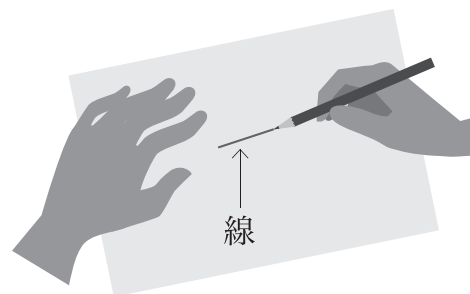
用紙に定規をあて、ずれないように手で押さえて、ペンを定規に沿わせて線を引く（または、描く）。

定規をあてる



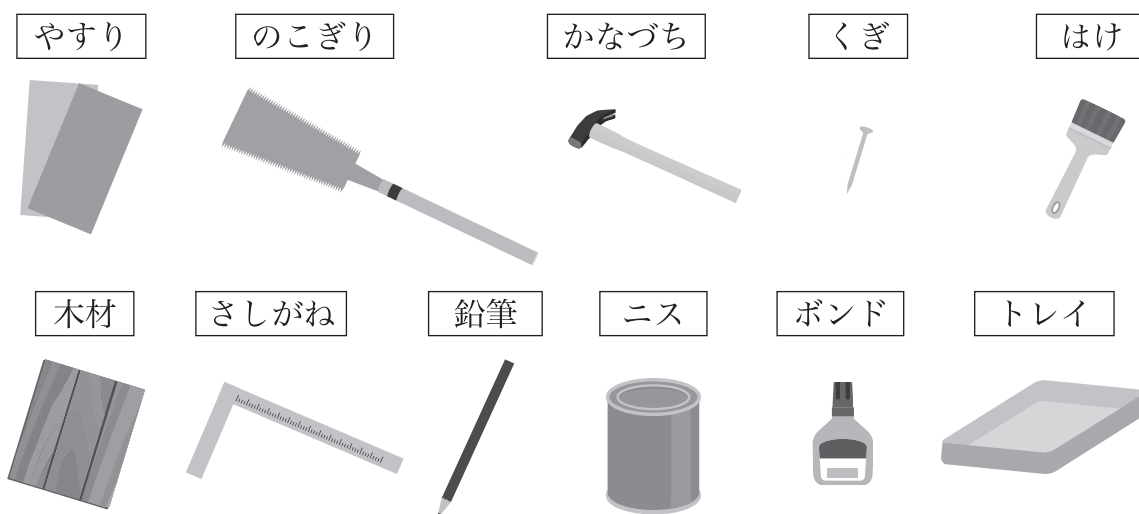
定規を押さえる

線を引く



紙を押さえる

③ 必要な道具、木材を用意する。



【2】材料の切断^{せつだん}

① 鉛筆とさしがねで、部品図の寸法通りに木材にけがく。

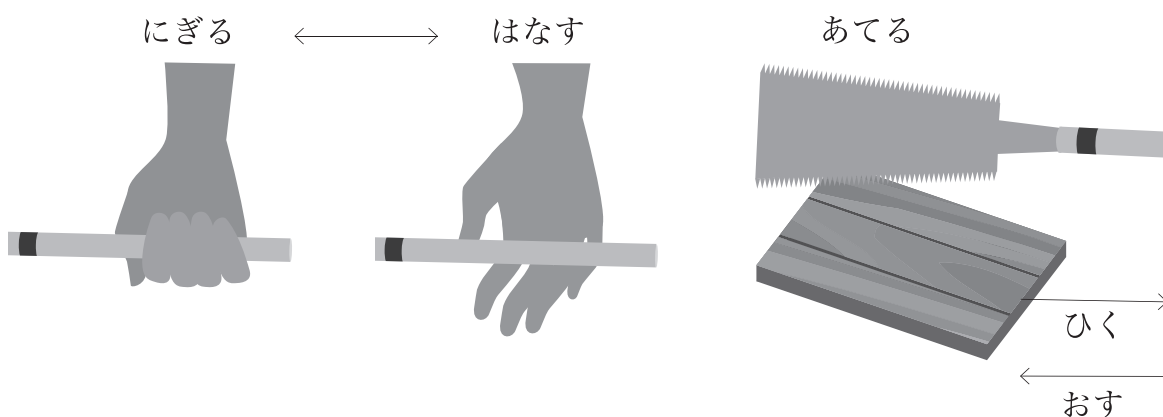
けがき棒

けがく

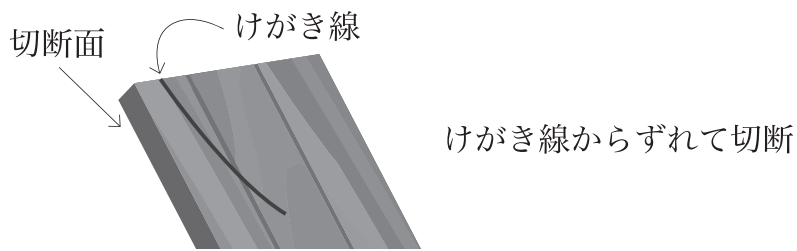
けがき棒を用いて鉄やアルミなど金属の平坦な^{へいたん}表面に^{しるし}印をつけること。線を引くこと。



② 木材を作業台^{さぎょうだい}に乗せ、のこぎりをしっかりとにぎって、けがき線に沿って^そ切断する。



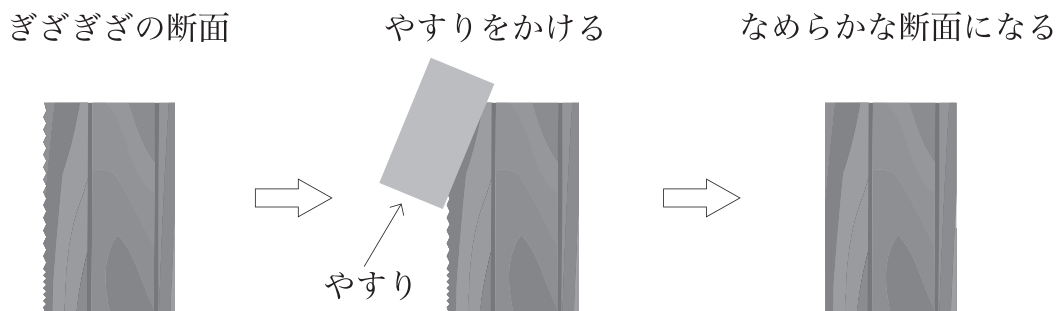
③ けがき線からずれたり、曲がったりしないように気をつける。



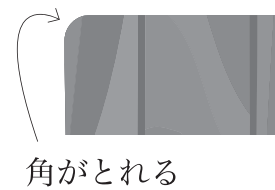
④ 切断中に、木が割れたり、欠けたりすることがあるので、注意する。

【3】やすりがけ

① ぎざぎざの切断面にやすりをかけて、滑らかにする。



② このとき、やすりをかけすぎると、角がとれたり、寸法が狂ったりするので気をつける。



演習問題

問1. ()に入る言葉を下の欄から選べ。必要があれば、形を変えよ。

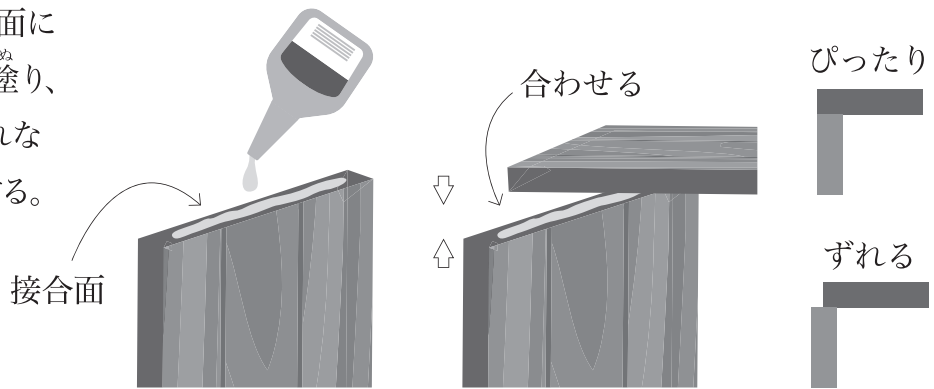
- ① 紙に鉛筆で線を ()。
- ② 定規にカッターの刃を ()、紙を切る。
- ③ 茶碗がテーブルから落ちて ()。
- ④ 包丁の刃が ()。
- ⑤ 彼女の手をやさしく ()。
- ⑥ ボタンを () とブザーが鳴る。

にぎる 離す あてる ひく 押す 割れる 欠ける

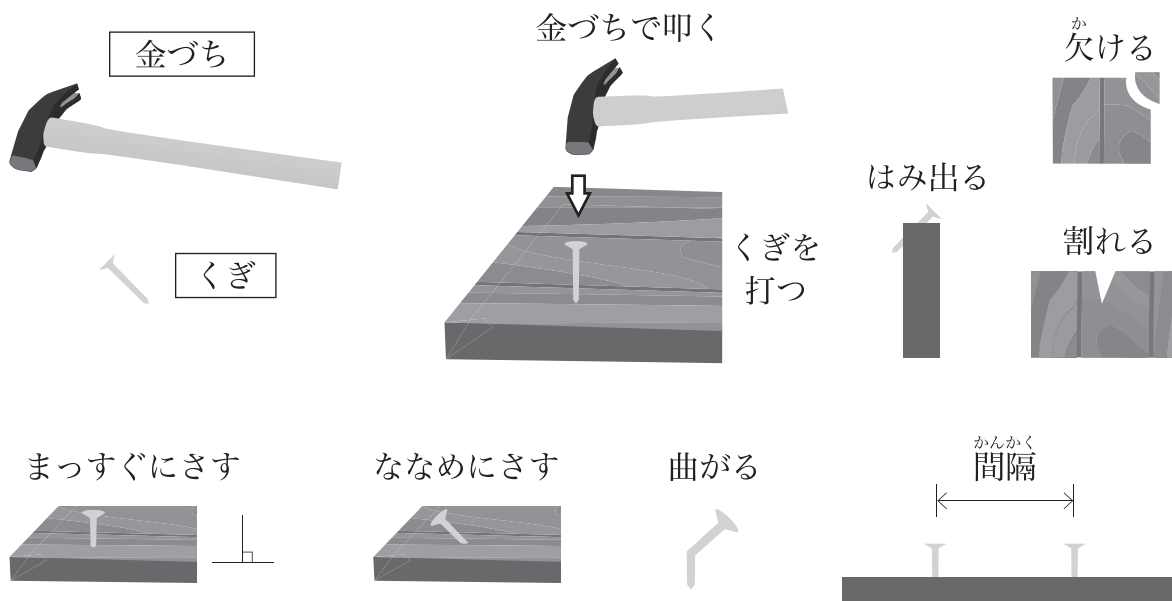
第19課 木の箱を作る（2）：製作

【4】組み立て

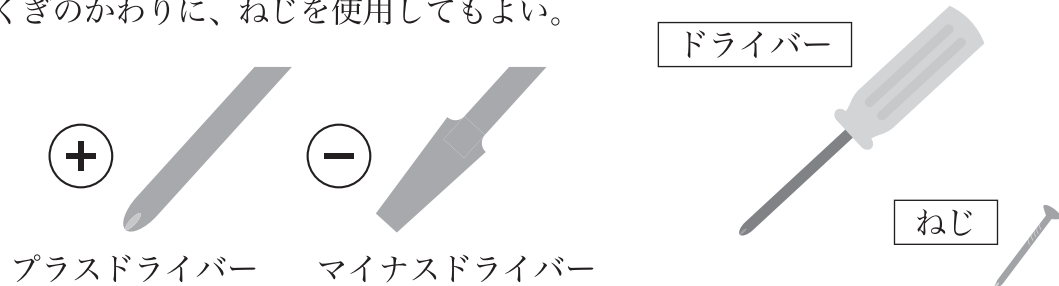
- ① 各製品の接合面に
木工用ボンドを塗り、
接着させてずれな
いように仮組する。



- ② 乾燥したら、接合部に金づちで釘をうつ。



くぎのかわりに、ねじを使用してもよい。



【5】仕上げ

① 目の細かいやすりで、箱の表面を磨く。

② ニスを適量トレイに注ぎ入れる。はけにニスをしみこませ、組み立てた箱にムラがないようにニスを薄く塗る。

③ 乾燥したらもう一度ニスを塗り、再び乾燥したら完成。

ムラにならないように
二度塗り



演習問題

問1. 次の（ ）に適切な語句を入れよ。ただし、下の欄から選べ。

- ① バットでボールを（ ）。
- ② 声を（ ）歌う。
- ③ 濡れた髪を、ドライヤーで（ ）させる。
- ④ 同じ（ ）で種を植える。
- ⑤ 焼き加減に（ ）がある。
- ⑥ かつらが（ ）。
- ⑦ 木が乾燥して（ ）。
- ⑧ 人を平手で（ ）。
- ⑨ 時間（ ）に到着した。

合わせる	たたく	まっすぐに	曲がる	間隔	打つ	乾燥
ずれる	細かい	ぴったり	斜めに	荒い	ムラ	

2

実験レポートの書き方

実験レポートについて	73
レポート例1 寒天を用いた銅イオン移動現象観察実験	79
レポート例2 模擬実験レポート 手作りモータの作成	87
レポート例3 模擬実験レポート 液状化現象	95

1. これまで実験をしたことがありますか。どんな実験をしましたか。
2. 実験レポートを書いたことがありますか。どんな順番でどんなことを書きましたか。
3. 実験レポートを書く時に、何かルールはありましたか。どんなルールがありましたか。
4. 実験レポートを書く時に、どんなことに注意しなければならないと思いますか。

【1】はじめに－実験・実習について（長岡技術科学大学の例）

1. 大学の学部3年生で行う。
2. 大学院での研究の基礎、実験の方法、実験レポート（報告書）の書き方を学ぶ。
3. いろいろなテーマの実験を行う。
4. 約10名のグループで実験を行う。
5. 1つの実験は3～6時間くらいかかる。
6. 実験の後で実験レポートを作成して提出する。
7. 実験レポートは1週間くらいで書かなければならない。
8. 提出が遅れるとこの科目は不合格になる。

【2】実験レポートについて

1. 実験レポートとは
実験レポート（報告書）とは、各自が行った実験や実習の内容を文章等にまとめたものである。読む人（不特定多数）が容易かつ正当に理解できるように書かなければならない。そのためには、内容を論理的に構成し、文法的にも正しい文章で書くことが要求される。なお、大学、学部、学科によって、書き方のルールがあるので、それぞれのルールに従って書く。
2. レポートの構成
レポートの構成は、大学、学部、学科によって多少の違いはあるが、以下に例を示す。
 - (1) 表紙
 - (2) 目的
 - (3) 原理・理論
 - (4) 実験装置、実験方法
 - (5) 結果
 - (6) 考察
 - (7) 結言（結論）
 - (8) 参考文献

次に、それぞれについての注意事項を見ていこう。

- (1) 表紙
 - ①実験のタイトル、報告者の氏名、学籍番号、共同実験者の氏名、実験日、報告日を書く。
- (2) 目的
 - ①「何のためにその実験をするのか」を簡単に書く。何を理解し、どのような測定方法や技術を身につけようとするのかを自分なりにまとめて簡潔に書く。授業で行われる学生実験はすでに目的が決まっている実験なので、もらったテキストを参考にして書く。ただし、テキストに書かれている目的を丸写ししてはいけない。

(3) 原理・理論

- ①その実験はどんな理論に基づいているのか、使う実験装置はどんな原理によって測定できるのか、そしてどんなデータを取ろうとしているのか、を説明する。
- ②理論式など重要な式には番号をつける。(p91参照)
- ③必要に応じて図面やイラストを使い、わかりやすく説明する。

(4) 実験装置、実験方法

- ①実験の手順をわかりやすく書く。
- ②実験に使用した装置・測定器具などについて説明する。製造会社、名称、型番なども書く。
- ③必要に応じて図や表を入れてわかりやすく書く。
- ④実験方法と結果をまとめて書いても良い。

(5) 結果

- ①実験により得た結果や事実を過去形で書く。
 〈例〉水温が 2°C だけ上昇した。(○)
 部品Aを10mmまで削る。(×)
- ②数値には必ず単位を添える。
- ③図、表には番号と表題をつける。式には番号をつける。
- ④測定値を計算して処理した場合には有効桁^{ゆうこうけい}を考慮すること。
- ⑤計算過程は明記すること。
- ⑥結果は、グラフや図を使い、わかりやすく説明する。

〈例〉

定性的な説明	定量的な説明
長い棒	長さ500mmで、横幅の20倍の棒
ゆっくり回るディスク	回転速度10rpmで回転するディスク
銀色の素材	アルミニウム合金製

(6) 考察

- ①実験値を理論値と比べてみる。違いの意味を考えて書く。
- ②実験値と文献値を比べてみる。違いの意味を考えて書く。
- ③同じ方法・装置で、異なる条件で実験した結果は、一つのグラフに描く。
- ④実験条件を変えて得られた結果の相互の関係を考慮して書く。
- ⑤精度や信頼性が向上するなどの実験方法の改善のアイデアがあれば書く。
- ⑥テキストに具体的な設問などが書かれていたら、自分で考えて答える。
- ⑦ここに感想は書いてはいけない。

(7) 結言(結論)

- ①結言(結論)は、実験目的ときちんと対応させて簡潔に書く。
- ②複数の結言(結論)がある場合には、重要な内容から順に書く。
- ③講義で学んだ内容と、実際の実験の結果とを比較して書く。
- ④最後に、実験内容、実験設備、教員の指導等に対する感想や意見を書く。

(8) 参考文献

①著者名、書名、出版年月、出版社、参照ページなどを書く。

〈例〉 Michihiro Iijima, Yukio Nagasaki, Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry, 44(4), 1457-1469(2006)
鶴田禎二、川上雄資 著、「高分子設計」、日刊工業新聞社

3. 形式（様式）について

- (1) A4サイズの内紙を縦長に使用する。文章は横方向に書く。
- (2) 文字のサイズは大きすぎないように注意すること。
- (3) 数字は半角英数で書く。(○123456)、(×1 2 3 4 5 6)
- (4) 文字の色は、黒または青が一般的である。
- (5) 字が下手な人は、パソコンで作成して印刷したほうがいい。
- (6) 他人のレポートを写してはいけない。写して提出すると留年となる。
- (7) 提出期限は必ず守る。提出が遅れると減点される。提出しないと不合格になる。

【3】 考察の書き方

「考察」は、実験レポートの中でも最も重要な部分であり難しいため、特に留学生は書くのに苦労する。以下に、悪い例と良い例を示す。

1. 書き方の例

2. 実験事実と推論

- (1) 実際に行った実験操作や観察した事実は過去形で書く。

〈悪い例1〉

今回の実験は、○○で大変だった。
(↑これは考察ではなくて感想)

〈良い例1〉

今回の実験は、○○で大変だった。これには、～～の原因が考えられるので、今回の実験方法（または実験器具）の□□を△のように改良すれば、より効率的になり、データの信頼性が向上できることが予想される。

〈悪い例2〉

今回の測定値から計算された結果は、○○だった。
(↑これは考察ではなくて結果)

〈良い例2〉

今回の測定値から計算された結果は、○○だった。文献（または計算値）による理論値は、□□であり、～～のずれがあった。これは、実験手順△による実験誤差だと考えられる。実際に、手順△で●●の測定誤差があったと仮定すると、今回の実験結果は妥当であると考えられる。今後、これらの誤差を減少するための改善策として、▲▲の手順を■■のように変更すれば、誤差が○%程度減少すると予想される。

- (2) 一般的な原理やレポートの中で展開する考察は現在形で書く。
 〈例〉「アームは磁化せずに、銀色の金属光沢を有していた。また、工具でひっかいたところ傷がついたので、比較的柔らかい金属である。したがって、アルミニウム合金と考えられる。」のように書くこと。

3. 図表の書き方

- (1) 図は方眼紙の中央に書き、四角で囲む。
- (2) 図表には番号とタイトル、それに簡単な説明の文章を入れる。図の場合は図の下に、表の場合は表の上を書く。
- (3) 直線や曲線は、フリーハンドでは書かない。直線定規や雲型定規、自在定規などを用いる。
- (4) 縦・横軸には等間隔に目盛りを内側に付ける。
- (5) 測定値のプロットは大きくはっきりと書く。プロットした点は白抜き記号(○、△など)を用いて記しを付け、線を引く。ただし、記号の中まで線を書かない。
- (6) 用いた記号の意味についてはグラフの説明文に書く。またはグラフ中の余白に書く。
- (7) 条件を変えて測定したデータは同じグラフ上に書く。
- (8) グラフはただプロットした点を結ぶだけではなく、最大値と最小値の範囲を意識しながら結ぶ。
- (9) 軸のタイトルはそれぞれの軸の中央に単位を付けて書く。
- (10) 対応する本文の近くに書く。
- (11) 図や表を参考文献から転載した場合は、引用を明記したうえで文末の参考文献リストに引用元を記載する。

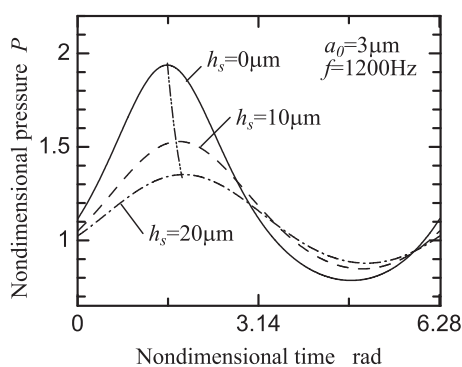


Fig.1 Time variation of pressure between vibrating plates

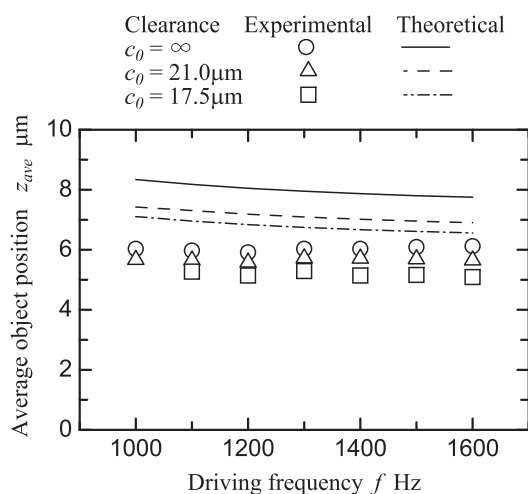


Fig.2 Levitation performance by driving frequency

実験レポート例

ここでは3つの実験レポートの例を示します。このレポートは、留学生用に書いた文ではなく、実際に実験をした日本人学生が書いたものです。そのため、わからない言葉、文法もたくさん出てきますが、日本に留学したら、自分でこのようなレポートを書かなければなりません。自分で調べたりグループで話したりして読んでみましょう。

なお、この3つの実験は、どこの国でも手に取りやすい器具や道具を使用して行われています。実験室もありません。もし、教えてくれる人がいる環境であれば、実際に実験をした上で、自分でレポートも書いてみましょう。

「レポートの例」の使い方の例

- A. 実験なし → 実験レポートを読む
- B. 実験する → 実験レポートを読む → 実験レポートを書く
- C. 実験レポートを読む → 実験する → 実験レポートを読む → 実験レポートを書く

レポート例1 「寒天を用いた銅イオン移動現象観察実験」

寒天を用いた銅イオン 移動現象観察実験

報告者

金子 武

共同実験者

グエン・ヴァン・アイン

カルロス・サンチェス・ホセ・ガルシア

郭 躍華

ムンフバティン・ダグワドルジ

実験日

20××年×月×日

報告日

20××年×月×日

1. 目的

電気分解とは、化合物に電圧をかけることによって酸化還元反応を引き起こし、2種類以上の物体に分離させる方法である。これによって我々の生活に必要なアルミニウムや銅などの様々な物質が生産されている。

本実験の目的は電気分解を実際に目に見える形で発生させることにより、知識と現象を結び付ける事である。

2. 実験方法

2-1. 使用器具

銅板：厚さ0.5mm, 40mm×40mmの大きさ 2枚

クリップ付電線：(2本)

9V乾電池：1個

プラスチック容器：150mm×100mm, 高さ50mm程度のもの1個

寒天ゼリー：上記のプラスチックに作成する, 粉寒天2gに対して食塩2gを混ぜて, 水200gで固めたもの。

2-2. 実験手順⁽¹⁾

実験の概要図を図1に示す。

- ①銅板2枚を60mmの間隔で平行に15mmの深さで寒天に差し込む。
- ②クリップ付電線で銅版と乾電池を接続する。
- ③10分毎の状態を記録しながら60分間観察を行う。

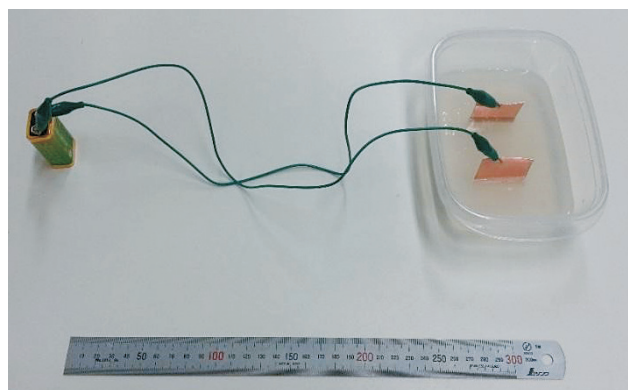


図1 実験概要図

3. 実験結果

実験開始直後から図2の赤線内に示すように、乾電池の陰極に接続した銅板からは気泡が発生している様子が見られた。

また、実験開始から終了までの10分毎の状態を図3 (a) から (f) に示す。乾電池の陽極に接続した銅板から時間経過と共に水色の領域が広がり、銅イオンが移動する様子が観察できた。一方、陰極に接続した銅板側は変化が見られなかった。

実験終了後、寒天から銅板を引き抜くと、陽極に接続されていた銅板にのみ変色が見られた。変色の様子を図4に示す。

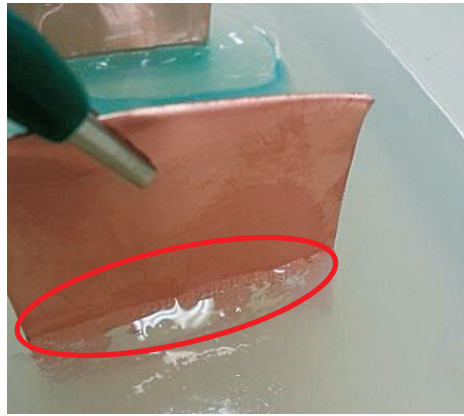


図2 気泡の発生



(a) 10分後



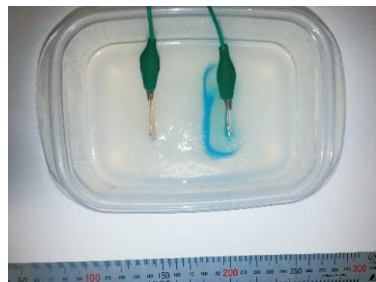
(b) 20分後



(c) 30分後



(d) 40分後



(e) 50分後



(f) 60分後

図3 時間経過による銅イオンの移動の様子

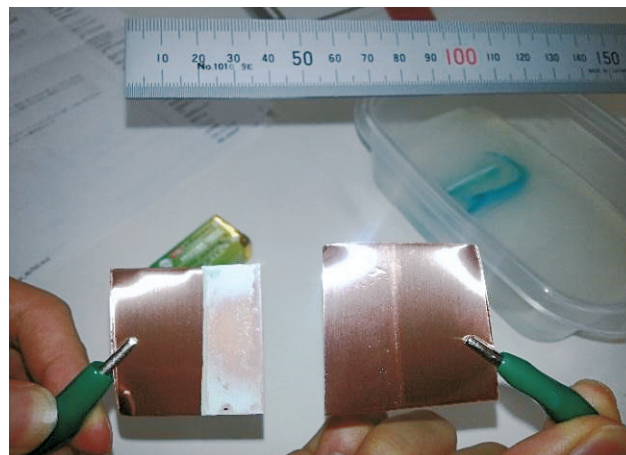


図4 銅板の変色

4. 考察

電気分解が起きていると考えると、陽極側では $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ 、陰極側では $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ の反応が起きている。このことから陰極側で発生していた気泡は水素だと考えられる。

銅イオンの時間経過による移動距離を表1に示す。移動距離は銅板から水色の先端までの距離を測定した。実験開始直後は時間経過と共に移動距離も増加したが、20mm以上銅イオンは移動しなかった。これは銅イオンが陰極側で発生した OH^- と反応し、水に不溶性を持つ水酸化銅(II)： $\text{Cu}(\text{OH})_2$ になった事で、移動が不可能になったと考えられる。

実験終了後、陽極側の銅板が変色していたのは、褐色に見えていた部分の銅イオンが移動した事によって脱色されたためと考えられる。

表1 経過時間と銅イオンの移動距離の関係

経過時間 (min)	10	20	30	40	50	60
銅イオンの移動距離 (mm)	8	11	16	20	20	20

5. 結言

電気分解を実際に目に見える形で実験するため、寒天中の銅イオンの移動を観察した。これによって以下の事柄を理解した。

- ・今回の実験では、電気分解によって一極側から水素が発生する。
- ・陽極側から移動した銅イオンは途中で水酸化銅(II)となり、一定の距離で停止する。
- ・銅イオンが移動した結果、銅は変色する。

6. 参考文献

(1) 「みんなの自由研究 イオンの動き」

<http://kids.nifty.com/cs/kenkyu-shoukai/detail/130715362418/1.htm>

【1】実験レポートの構成を見てみよう。

1. () に言葉を書いてください。
2. 「何を書くか」を読み、レポートの構成を理解しよう。

番号	タイトル	何を書くか
1	()	実験の背景、目的を書く。
2	()	使用器具、実験手順を示し、実験方法を詳しく書く。
3	()	実験の経過、結果について画像などを用いて明確に示す。
4	()	実験から得られた結果をもとに、考えられることについて図表などを用いて書く。
5	()	実験により明らかになったことを書く。
6	()	実験をする際に使用した書籍、論文などの出典を書く。 インターネット上の文献はURLを示す。

【2】レポートでどんな表現がよく使われているか、グループで話し合ってみよう。

1. 目的

2. 実験方法

3. 実験結果

4. 考察

【3】 レポートで使われている意味が分からない言葉について、調べて理解しよう。

	言葉	読み方	意味	メモ
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				

27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

【4】 この実験について、次のことをグループで話し合ってみよう。

1. どうして銅板を使用するのですか。

2. 水ではなく寒天を使用する理由は何ですか。

3. この実験を実際に行う場合、難しいことは何ですか。

発展学習

【5】元素の名前を覚えよう。

元素記号	元素名
H	
C	
N	
O	
S	
Cl	

元素記号	元素名
Na	
Mg	
Fe	
Cu	
Hg	
Pb	

原子番号	元素記号
	元素名
	原子量

★…………… 人工的に作られた元素。天然には存在しない。(原子番号110番以降は暫定的名称で性質は未解明)

() …… 代表的な放射性同位体の質量数 (IUPAC)

■ …… 典型非金属元素

■ …… 典型金属元素

■ …… 遷移金属元素

周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	周期
1	1 H 水素 1.008																	2 He ヘリウム 4.003	1
2	3 Li リチウム 6.941	4 Be ベリリウム 9.012											5 B ホウ素 10.81	6 C 炭素 12.01	7 N 窒素 14.01	8 O 酸素 16.00	9 F フッ素 19.00	10 Ne ネオン 20.18	2
3	11 Na ナトリウム 22.99	12 Mg マグネシウム 24.31											13 Al アルミニウム 26.98	14 Si ケイ素 28.09	15 P リン 30.97	16 S 硫黄 32.07	17 Cl 塩素 35.45	18 Ar アルゴン 39.95	3
4	19 K カリウム 39.1	20 Ca カルシウム 40.08	21 Sc スカンジウム 44.96	22 Ti チタン 47.88	23 V バナジウム 50.94	24 Cr クロム 52	25 Mn マンガン 54.94	26 Fe 鉄 55.85	27 Co コバルト 58.93	28 Ni ニッケル 58.69	29 Cu 銅 63.55	30 Zn 亜鉛 65.39	31 Ga ガリウム 69.72	32 Ge ゲルマニウム 72.61	33 As ヒ素 74.92	34 Se セレン 78.95	35 Br 臭素 79.9	36 Kr クリプトン 83.8	4
5	37 Rb ルビジウム 85.47	38 Sr ストロンチウム 87.62	39 Y イットリウム 88.91	40 Zr ジルコニウム 91.22	41 Nb ニオブ 92.91	42 Mo モリブデン 95.94	43 Tc テクネチウム 99 ★	44 Ru ルルチウム 101.1	45 Rh ロジウム 102.9	46 In インジウム 114.8	47 Ag 銀 107.9	48 Cd カドミウム 112.4	49 In インジウム 114.8	50 Sn スズ 118.7	51 Sb アンチモン 121.8	52 Te テルル 127.6	53 I ヨウ素 126.9	54 Xe キセノン 131.3	5
6	55 Cs セシウム 132.9	56 Ba バリウム 137.3	57~71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム 178.5	73 Ta タンタル 180.9	74 W タングステン 183.8	75 Re レニウム 186.2	76 Os オスマニウム 190.2	77 Ir イリジウム 192.2	78 Pt 白金 195.1	79 Au 金 197	80 Hg 水銀 200.6	81 Tl タリウム 204.4	82 Pb 鉛 207.2	83 Bi ビスマス 209	84 Po ポロニウム (210)	85 At アスタチン (210)	86 Rn ラドン (222)	6
7	87 Fr フランシウム (223)	88 Ra ラジウム (226)	89~103 アクチノイド	104 Rf ラザホーニウム (261) ★	105 Db ドブニウム (262) ★	106 Sg シーボギウム (263) ★	107 Bh ボーリウム (264) ★	108 Hs ハッシウム (265) ★	109 Mt マイテネリウム (268) ★	110 Unn ウンニウム (269) ★	111 Unm ウナムニウム (272) ★	112 Unb ウンブニウム (277) ★		114 Unq ウンクニウム (289) ★		116 Uhh ウハニウム (289) ★		118 Uuo ウウニウム (294) ★	7

57~71 ランタノイド	57 La ランタン 138.9	58 Ce セリウム 140.1	59 Pr プラセオジム 140.9	60 Nd ネオジム 144.2	61 Pm プロメチウム (145)	62 Sm サマリウム 150.4	63 Eu ユウロピウム 152	64 Gd ガドリニウム 157.3	65 Tb テルビウム 158.9	66 Dy ジスプロシウム 162.5	67 Ho ホルミウム 164.9	68 Er エルビウム 167.3	69 Tm ツリウム 168.9	70 Yb イットリビウム 173	71 Lu ルテチウム 175
89~103 アクチノイド	89 Ac アクチニウム (227)	90 Th トリウム 232	91 Pa パラドキシニウム 231	92 U ウラン 238	93 Np ネプツニウム (237) ★	94 Pu プルトニウム (239) ★	95 Am アメリシウム (243) ★	96 Cm キュリウム (247) ★	97 Bk バークリウム (247) ★	98 Cf カリホルニウム (251) ★	99 Es エイズスチニウム (252) ★	100 Fm フェルミウム (257) ★	101 Md メンデルビウム (258) ★	102 No ノーベリウム (259) ★	103 Lr ローレンシウム (260) ★

元素周期表

レポート例2 「手作りモータの作成」

模擬実験レポート

手作りモータの作成

報告者

金子 武

共同実験者

グエン・ヴァン・アイン

カルロス・サンチェス・ホセ・ガルシア

郭 躍華

ムンフバティン・ダグワドルジ

実験日

20××年×月×日

報告日

20××年×月×日

1. 実験背景

我々の身の回りには家庭用電化製品が溢れ、かつて手作業で行っていた仕事の大部分が自動化されている。その動力源として、モータは極めて重要な要素である。我が国における小型モータの開発は、約80年前の松下電器産業に始まりを見る。創業者の松下幸之助は「将来、文化生活が進んでいけば、一家に平均10台以上のモータが使われる日が必ず来ます。モータの需要は無限ですよ」と発言しているが、実際にはそれ以上となっていることに驚かされる。本実験ではこのように身近なモータについて、改めて動作原理を理解するとともに、実際にモータを作成し、その性能を評価する。

2. 実験内容

コイルに使用する材料として絶縁被膜に覆われていない銅線と絶縁被膜に覆われたエナメル線を選んで作成し、動作の違いを観察する。

3. モータの原理

モータの回る仕組みは電流と磁界の相互作用によって発生する電磁力を利用している。電流の向きと磁界の向きとそれにより発生する力の向きにはFig.1に示すフレミングの左手の法則の関係がある。この法則がモータの中ではFig.2やFig.3のように作用することで発生する力の向きは回転方向に働きモータは回転する。

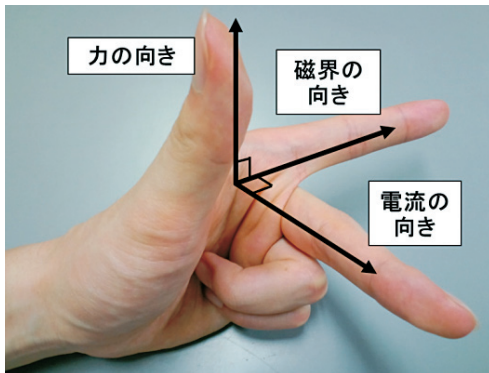


Fig.1 フレミングの左手の法則

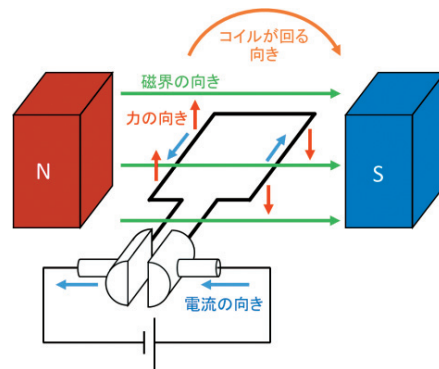


Fig.2 モータが回転する仕組み

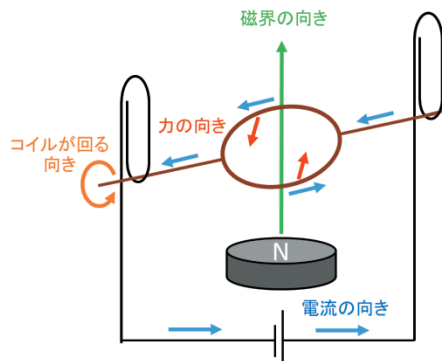


Fig.3 クリップモータの回転する仕組み

4. 実験方法

①使用器具

乾電池、銅線(φ0.5mm)、エナメル線(φ0.55mm)、蓑虫クリップ、磁石



Fig.4 乾電池

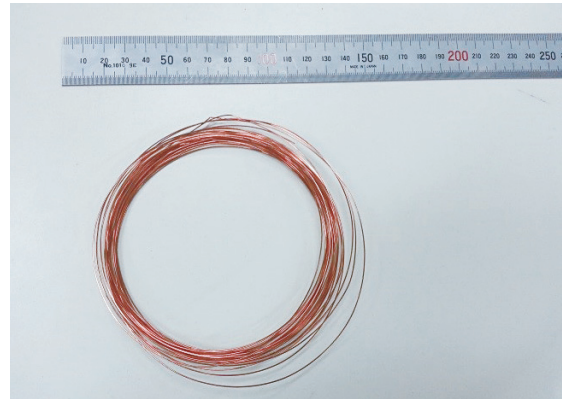


Fig.5 銅線



Fig.6 エナメル線



Fig.7 蓑虫クリップ



Fig.8 磁石

②実験手順

- 銅線とエナメル線を円形に巻き、コイルを作成する。
- エナメル線製のコイルの端の表面を、一方は片面だけ、もう一方は全面を紙やすりで削る。
- クリップでコイルの軸受を作成し、コイルを設置する。
- コイルの下に磁石を置く。
- 軸受と乾電池を蓑虫クリップで接続して電気を流す。

Fig.9、Fig.10に装置の全体図を示す。

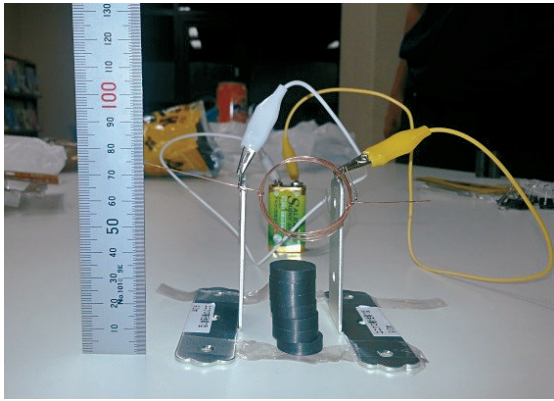


Fig.9 実験装置（銅線）

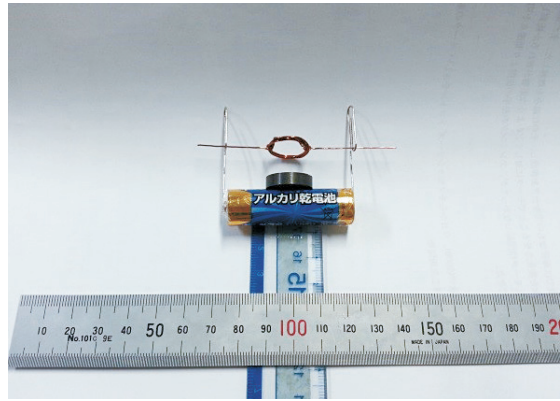


Fig.10 実験装置（エナメル線）

5. 実験結果

コイルをエナメル線で作成したモータは電気を流すと回転したが、銅線で作成したモータは電気を流しても回転することはなかった。

6. 考察

銅線を使用したモータが回転しなかった原因として以下のような現象が起きていたからだと考えられる。

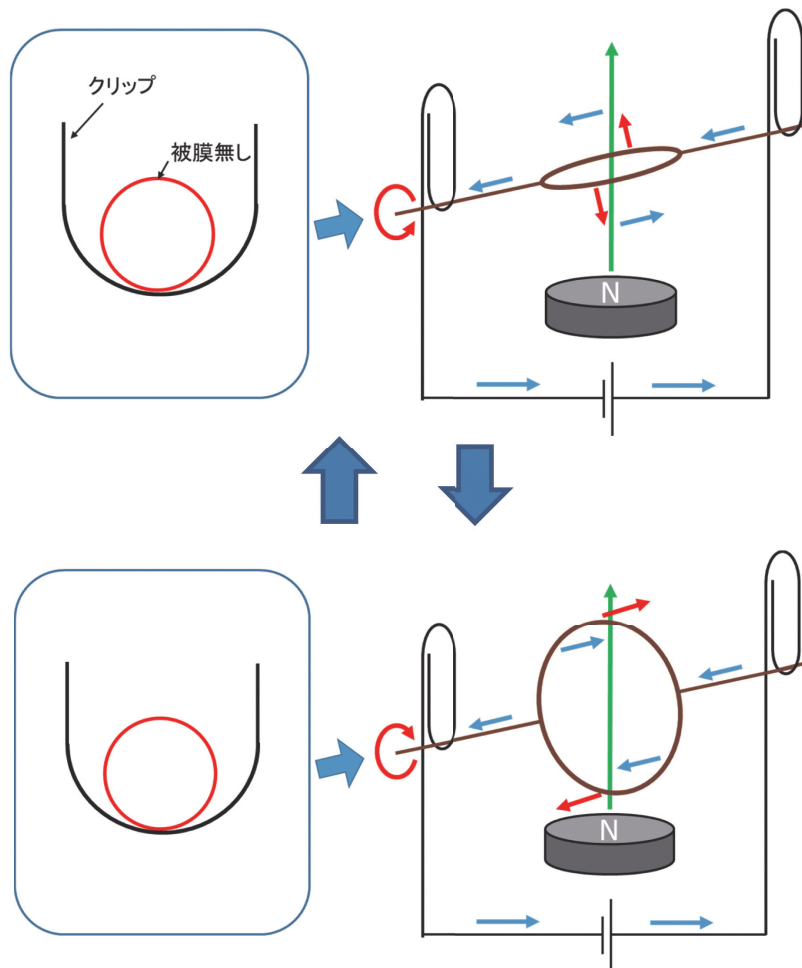


Fig.11 絶縁部がなくモータが回転しない場合

電流がコイルの回転角度に関係なく流れ続ける場合、電流の向きが半回転毎に逆転するため発生する力も同じように逆転する。それによってコイルが回転しようとする力と電流と磁界によって生まれる力の方向は釣り合ってしまう、モータは回転しない。

一方で一部が被膜で覆われたエナメル線を使用したコイルの場合は電流の向きが逆転することはないため、モータの原理通りに回転する。

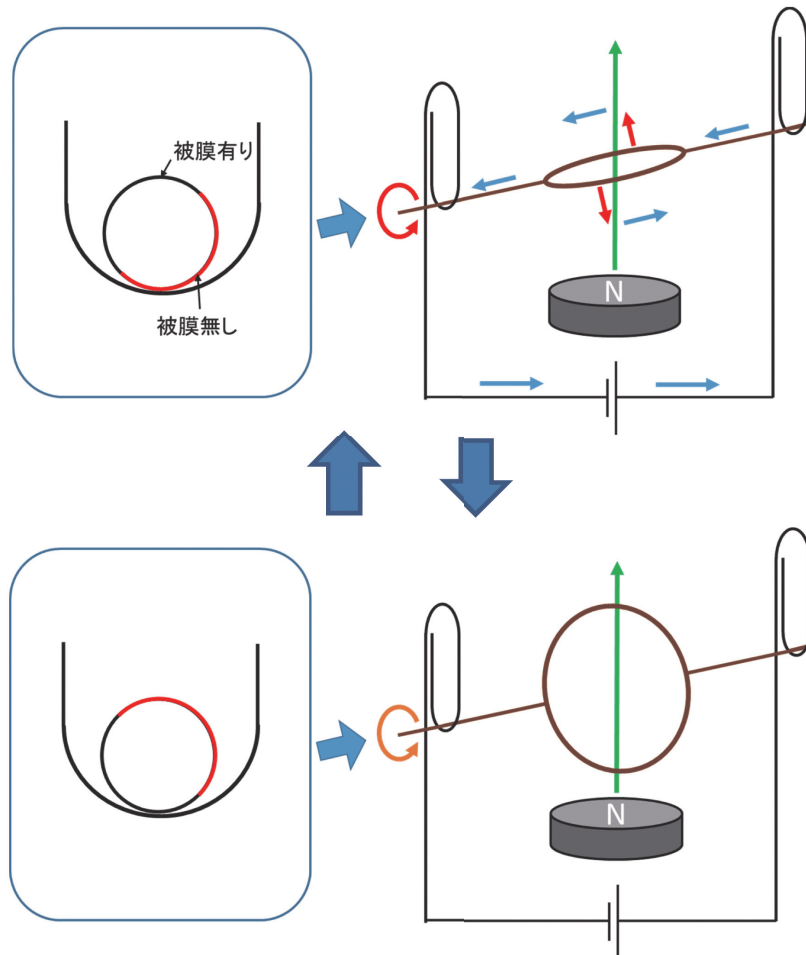


Fig.12 絶縁部がありモータが回転する場合

モータが回転する仕組みはフレミングの左手の法則の応用であると先に述べた。式(1)にフレミングの左手の法則の公式(1)を示す。ここで F は回転力 [N]、 B は磁束密度 [T]、 I は電流 [A]、 L は有効導体長 [m]である。また、導体は均一な物質であるため電流 I は式(2)に書き換えることができる。ここで V は電圧 [V]、 R は抵抗 [Ω]である。

$$F = B \cdot I \cdot L \quad (1)$$

$$I = V / R \quad (2)$$

式(1)(2)より以下の事柄を行うことでモータの効率は向上させることができると考えられる。

- ・磁束密度を高めるためにコイルを挟むように磁石を配置する、またはコイルと磁石の距離を極力近づける。
- ・電流を多く流すために更に高い電圧の電源を用いる、または抵抗値の小さな導体を用いる。
- ・コイルの巻き数を増やして有効導体長を延ばす。
- ・コイルの半径を小さくして、回転に必要なトルクを減少させる。

7. 結言

本実験では身近なものでモータを作成し、その仕組みを理解した。またコイルの絶縁部分の存在理由を被膜があるコイルと被膜がないコイルの二種を用意することで、理論だけではなく実際に確認した。

またフレミングの左手の法則の式を細かく分けて読み解いたことで、式の成り立ちと実際のモータとの関連を理解することができた。

参考文献

- (1) 谷腰欣司 (2009)、今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしいモータの本、日本工業新聞社

【1】レポートの構成を見よう。それぞれ簡単に内容を書こう。

番号	タイトル・表紙	内容
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
	参考文献	

【2】レポートで使われている意味が分からない言葉について、調べて理解しよう。自分で言葉リストを作ってみよう。

【3】レポートで使われている意味が分からない文法、表現を抜き出してリストを作ろう。

レポート例3 「液状化現象」

次のレポートは、左のページは学生が書いたもので、右のページは教員が修正したものである。修正前、修正後の違いをグループで話し合ってみよう。

- ステップ1 修正された箇所に線を引こう。
- ステップ2 なぜ修正されたのか考えてみよう。
- ステップ3 ステップ2から、どんなことに気をつけなければならないか書いてみよう。
- ステップ4 ステップ3で書いたことを発表しよう。

模擬実験レポート

液状化現象

報告者

金子 武

共同実験者

グエン・ヴァン・アイン

カルロス・サンチェス・ホセ・ガルシア

郭 躍華

ムンフバティン・ダグワドルジ

実験日

20××年×月×日

報告日

20××年×月×日

1. 実験目的

我々の住む日本は環太平洋造山帯の真上に位置し、地震や火山活動が多い地域である。火山活動では先日の御岳山噴火、地震では兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震が記憶に新しい。また現在我々の生活している新潟県でも2004年に新潟県中越地震が発生している。上記に挙げた3つの地震に共通する被害の1つとして液状化現象が挙げられる。近い将来南海トラフ巨大地震の発生も予測されており、地震を起因とする災害のメカニズムを知っておくことは防災に繋がる1つの方法であると考えられる。

本実験では模型内で実際に液状化現象を再現してその原因を調べると共に、現象のメカニズムを理解する。

2. 実験内容

- ①液状化現象のメカニズムを勉強して理解する。
- ②模型内で液状化現象を再現し、メカニズムと照らし合わせながら理解を深める。

3. 液状化現象とは

液状化現象のメカニズムを理解しやすくするため、場面を3つに分けてまとめる。

①地震発生前

まず液状化現象が発生しやすい地盤の大前提として砂と砂の隙間に水を含んでいる必要がある。平常時の地盤ではFig.1に示すように砂同士は互いの摩擦によって強度を保っている。

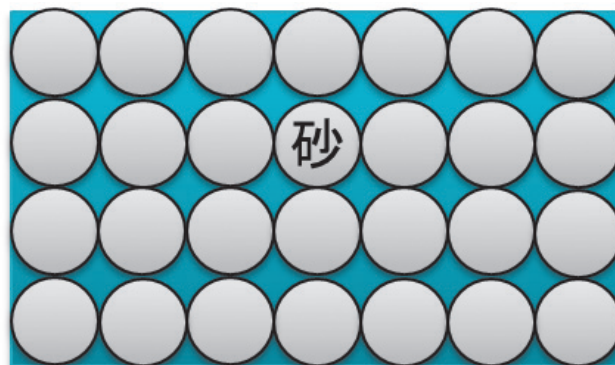


Fig.1 地震発生前の地盤

②地震発生中

地震が発生して地面が揺れることにより砂の粒子は移動して結合する力が弱くなると同時に、粒子の移動によって隙間水圧が上昇し砂の隙間に閉じ込められていた水は押し出されるような形となる。

このとき押し出された水は噴砂として地表に噴出される。

1. 実験目的

我々の住む日本は環太平洋造山帯の真上に位置し、**火山活動や地震が多い地域**である。火山活動では先日の御岳山噴火、地震では兵庫県南部地震（1995年）や東北地方太平洋沖地震（2011年）が記憶に新しい。また現在我々の生活している新潟県でも2004年に新潟県中越地震が発生している。上記に挙げた3つの地震に共通する被害の1つとして液状化現象が挙げられる。近い将来南海トラフ巨大地震の発生も予測されており、**地震に起因する液状化のメカニズムを知っておくことは、防災対策上、極めて重要である。**

本実験では**模型で実際に液状化現象を再現してその現象を観察するとともに、現象のメカニズムを理解することを目的とする。**

2. 実験内容

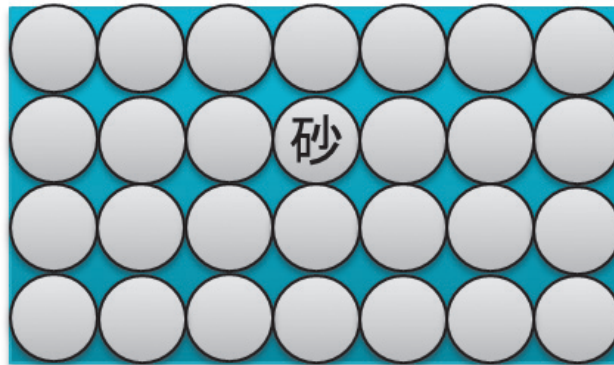
- ①液状化現象のメカニズムを勉強して理解する。
- ②**模型を作って液状化現象を再現し、学習したメカニズムに照らしながら理解を深める。**

3. 液状化現象とは

液状化現象のメカニズムを、**3つ場面に分けて解説する。**

①地震発生前

まず液状化現象が発生しやすい地盤の**前提条件として、砂と砂の隙間に水を含んでいる必要がある。**平常時の地盤ではFig.1に示すように**砂粒**同士は互いの摩擦によって**形**を保っている。



Fiig.1 地震発生前の地盤

②地震発生時

地震が発生して地面が揺れることにより**砂粒は移動して摩擦力が弱くなり、粒子の移動によって間隙水圧（かんげきすいあつ）が高まって砂の隙間に閉じ込められていた水は上に押し出される。**

このとき押し出された水は、**周囲の砂を巻き込みながら地表に噴出する（噴砂）。**

③地震発生後

地面の揺れが収まると結合力を失った砂は水に比べて比重が大きいため沈殿してしまう。その結果噴出された水は砂の層の上部に残り、まるで水が滲み出たようになる。

兵庫県南部地震では海上に土砂を埋め立てて作った人工島が液状化現象を起こすのに十分な水分を含んだ地盤となっており特に大きな被害が発生した (Fig.2の赤く塗られた部分)。隙間水圧によって地中から追い出された水は地表に多くの地割れを起こし、噴砂と共に直径10cmを超えるレキの噴出も確認されている。



Fig.2 神戸市街地の噴砂分布図⁽¹⁾

4. 実験方法

①使用物品

タッパー、砂 (技科大グラウンドの砂場)、腐葉土、模型

②実験準備

実験を行う前に砂から泥を取り除くとともに、砂全体に水分を含ませるために水ですすいだ。

③地震発生後

地面の揺れが収まると結合力を失った砂は、水に比べて比重が大きいため沈殿する。噴出した砂と水は砂層の上部に残り、まるで水が滲み出たようになる。

兵庫県南部地震では、海上に土砂を埋め立てて作った人工島が液状化現象を起こすのに十分な水分を含んだ地盤となっており、特に大きな被害が発生した (Fig.2の赤く塗られた部分)。間隙水圧によって地中から追い出された水は地表に多くの地割れをつくり、噴砂と共に直径10cmを超えるレキの噴出も確認されている。



Fig.2 神戸市街地の噴砂分布図⁽¹⁾

4. 実験方法

①使用物品

タッパー (寸法: ○○○、容量: ○○○)、砂 (技科大グラウンドの砂場で採取 ※本来なら粒度分布も測るべき)、腐葉土 (市販?)、模型 (何の???)

②実験準備

実験を行う前に、砂から泥を取り除く (※どうやって?) とともに、砂全体に水分を含ませるために水ですすいだ。

③実験方法

- A. タッパーに腐葉土を入れて水を適量流し込む。
- B. 土の上に模型を配置する。
- C. 液状化現象が確認できるまで揺らす。
- D. 腐葉土から砂に変えて同じ手順で実験を行う。

5. 実験結果

腐葉土を使用した実験では液状化現象は確認されなかった。Fig.3、4に実験後のタッパー内の様子を示す。



Fig.3 腐葉土の状態 (上)



Fig.4 腐葉土の状態 (横)

砂で実験を行った結果、液状化現象が確認できた。Fig.5、6に実験後のタッパー内の様子を示す。



Fig.5 砂の状態 (上)



Fig.6 砂の状態 (横)

③実験方法

- A. タッパーに腐葉土を〇〇g入れて水を適量（※約〇〇リットル）流し込む。
- B. 土の上に〇〇の模型を（※どのように？）配置する。
- C. 液状化現象が確認できるまで揺らす。（※どのように？ 手で持って？ 叩いて？ 何回くらい？）。
- D. 腐葉土から砂に変えて同じ手順で実験を行う。

5. 実験結果

Fig.3、4に腐葉土を使用した実験の実験後のタッパー内の様子を示す。腐葉土を使用した実験では液状化現象は確認されなかった。



Fig.3 腐葉土の状態（上）



Fig.4 腐葉土の状態（横）

Fig.5、6に砂で行った実験の実験後のタッパー内の様子を示す。砂で実験を行ったときには、液状化現象が確認できた。（※液状化が起きた、と判断したのは、何を見て？ 噴砂？ 上層の水たまり？）



Fig.5 砂の状態（上）



Fig.6 砂の状態（横）

6. 考察

腐葉土を使用した実験で液状化現象が確認できなかった原因として腐葉土の保水性が挙げられる。腐葉土は本来ガーデニング用のものであり水を蓄える性質がある。そのため粒子の隙間に水分は存在しないので噴出することもなく液状化現象は起きなかった。

砂を使用した実験では沈殿した砂は粒子の大きなものほど上に来るように重なっていた。これはタッパーを横方向に揺らしたことで粒子の小さいものほど隙間に入っていき、その結果として粒子が大きなものは上に追い出されたためである。また砂の上に置いていた模型は水に比べて重いいため液状化現象が起きると沈んでいた。

7. 結言

液状化現象の実験を行うにあたり事前に液状化現象のメカニズムを学んだことによって、現象だけは知っていた液状化について実際に地中で何が起きているのかを理解することができた。その上で実験を行ってメカニズム通りの液状化現象を再現することに成功し、液状化の下で発生する粒度毎に蓄積している様子も確認することができた。

参考文献

- (1) 神戸市ホームページ、液状化と地震被害、<http://www.city.kobe.lg.jp/safety/prevention/foundation/jishinhigai/img/z5-1.jpg>
(閲覧日：2014年10月29日)

6. 考察

腐葉土を使用した実験で液状化現象が確認できなかった原因として腐葉土の保水性が挙げられる。腐葉土は本来ガーデニング用のものであり水を蓄える性質がある。そのため粒子の隙間に水分は存在しないので噴出することもなく液状化現象は起きなかった。(※本当?)

砂を使用した実験では沈殿した砂は粒子の大きなものほど上に来るように重なっていた。これはタッパーを横方向に揺らしたことで粒子の小さいものほど隙間に入っていき、その結果として粒子が大きなものは上に追い出されたためである。また砂の上に置いていた模型(材質は? 密度は?)は水に比べて重いため液状化現象が起きると沈んでいた。

7. 結言

液状化現象の実験を行うにあたり事前に液状化現象のメカニズムを学んだことによって、液状化について実際に地中で何が起きているのかを理解することができた。その上で実験を行ってメカニズム通りの液状化現象を再現することに成功し、液状化後に砂の層が粒度毎に再積層する様子も確認することができた。

参考文献

- (1) 神戸市ホームページ、液状化と地震被害、<http://www.city.kobe.lg.jp/safety/prevention/foundation/jishinhigai/img/z5-1.jpg>
(閲覧日：2014年10月29日)

おわりに

2010年5月某日、上村（かみ）とリー飯塚（リー）は、ツイニングプログラムのティーチングアシスタント（TA）としてハノイ工科大学に送り出す実務訓練生^{*1}の業務について打ち合わせをしていた。

リー「2004年から（TAとして実務訓練生を）送ってるんだよね。でも、現地の先生方^{*2}に『今年は何をやらせましょう』って毎年同じことを聞いている気がする。

経験が積み上がってないというか、ノウハウが引き継がれていないというか…」

かみ「うん、そうなんだよね。専門科目の集中講義^{*3}につながるような予備教育をTAにやってもらえないかとは思ってるんだけど。具体的にどうしたらいいか見えてこない…」

リー「そうそう、去年も話したよね。日本語教員（日本語初級）⇒TA（？）⇒専門教員の集中講義（専門基礎科目）っていう流れを作りたいって」

かみ「TAの業務が固まっていたら効率いいよね。TAが教えるときに使える教科書があったら、毎年悩まなくていいのに」

リー「TAが使える教科書ねえ…。私が知る限り、なかなか既成の本ではないなあ。うーん、作るっていうなら話は別だけど」

かみ「じゃ、作ろうよ」

リー「え？マジですか!？」

かみ「うん、無いなら作るしかないでしょ」

リー「またですか。また作っちゃうんですか」（この時点で、別の教材作成が進行していた）

かみ「おう！　そうしよう。決まり決まり」

というなにげない会話で始まった本書の編集は、当時の現役学生3人とOG1人の協力を得て半年余りで制作したものです。2010年9月からハノイ工科大学とメキシコのモンテレイ大学で、3人のTA学生が試作版を実際に授業で使用し、並行して日本ではOGの沖野明子さんが忙しい子育ての合間を縫って内容を仕上げ、イラストを添えてくれました。そして、2011年3月に初版が完成しました。

末筆ながら、試作版作成から試用に協力してくれた長岡技術科学大学のOB学生たち、その後初版を使いながら教材をポリッシュアップするためにアイデアを書き溜めてくれた学生たちに感謝します。また、第2版に新たに加筆した「実験レポートの書

き方」において、磯部浩已准教授、田浦裕生准教授から実際に活用している資料を提供して頂きました。そして、実際に実験を行い、レポートを書いてくれた加藤輝くん、高橋勇樹くん、金子将之くんにも謝意を表したいと思います。

最後に、第2版の発行にあたって、こちらのわがままなスケジュールに付き合ってください、丁寧な仕事をしてくださったあかつき印刷株式会社の木村あゆみさんにも心より感謝いたします。

2018年8月 上村靖司・リー飯塚尚子・永野建二郎

※1 「実務訓練生」とは、長岡技術科学大学の長期インターンシップを受講する学生のこと。学部4年の10月から2月末まで約5か月間企業等で実習する。機械系では約2割が海外で研修する。

※2 ツイニングプログラムでは前期教育の中で日本語を教えることが最大の特徴である。そのため、現地には日本人の日本語教師が派遣されている場合が多い。

※3 前期の専門教育は母語（ベトナムならベトナム語）でなされるので、後期教育にスムーズに入るには、専門科目を日本語で学ぶ機会が不可欠。そのため、現地に日本から専門教員を派遣し、1週間程度の集中講義を実施している。

编者

上村靖司（かみむらせいじ）

長岡技術科学大学 機械創造工学専攻 教授

専門は雪氷工学。著書に『仕事に役立つ微分・積分』（共著）、『防災辞典』（分担）などがある。

リー飯塚尚子（りーいづかなおこ）

長岡技術科学大学 基盤共通教育部 准教授

専門は日本語教育。著書に『ハノイ式生活』（世界文化社）がある。

永野建二郎（ながのけんじろう）

長岡技術科学大学 基盤共通教育部 講師

専門は日本語教育。

これから工学を学ぶ留学生のための
にほんご練習帳

平成30年 8月20日発行

発行 長岡技術科学大学 国際連携センター
新潟県長岡市上富岡町1603-1
TEL 0258-47-9238

編者・著者 上村 靖司 リー飯塚尚子 永野建二郎

印刷／あかつき印刷㈱ 新潟県長岡市新産 4-4-7
TEL. 0258-46-9393 FAX. 0258-46-9394



長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

これからの工学系大学教育のための
には、人間的成長を

上林 靖彦 / 食糧工学 / 永里 健一良 総書

長岡技術科学大学