

かながわサイエンスサマー  
2008

ちきゅう はか  
地球を測ろう  
うご だいち しら  
～動く大地の調べかた～

平成20年8月6日（水）

かながわけんおんせんちがくけんきゅうじょ  
神奈川県温泉地学研究所

## もくじ

1. <sup>だいち うご</sup>大地は動いている・・・・・・ 1
2. <sup>はか</sup>測ってみよう・・・・・・ 6
3. <sup>おんせんちがくけんきゅうじょ はか</sup>温泉地学研究所で測っているもの・・・ 21

## ☆<sup>やくそく</sup>約束

<sup>かくど そくてい ある きょり そくてい みち</sup>  
角度の測定や、歩いて距離の測定をするときは、道のでこぼこや  
<sup>じどうしゃ じゅうぶん ちゅうい</sup>  
自動車には、十分、注意してください。

# 1. 大地は動いている。

## ① 雲仙普賢岳の成長

右の2枚の写真は、おなじ場所からとった雲仙普賢岳(長崎県)の写真です。

(長崎県教育センターの寺井邦久さん撮影)

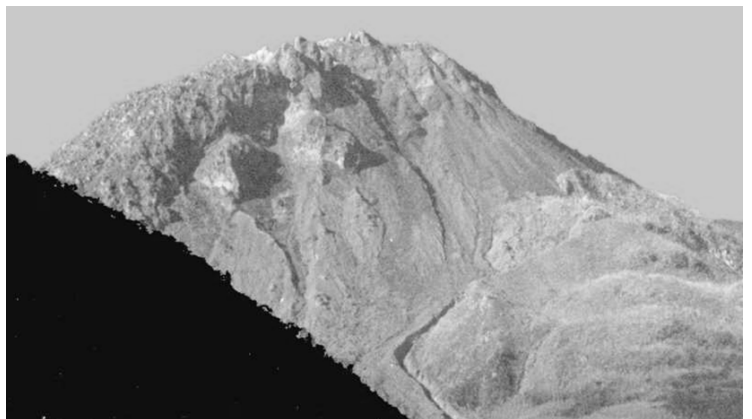


910130SiHi

上が1991年1月30日

下が1997年3月7日

の写真です。



970307SiHi

6年間の間に、山の形・大きさが、こんなに変化しました。

## ② ミマツダイヤグラム

今のように、かんたんに写真をとることができなかった時代に、同じような記録を残した人がいます。

北海道の壮瞥村の郵便局長さんだった三松正夫さんです。

みまつ  
三松さんは、<sup>にねん</sup>二年<sup>あいだ</sup>もの間、

まいにち <sup>ばしょ</sup>おなじ場所からながめた

<sup>うすざん</sup>有珠山のスケッチをつづけて、

<sup>しょうわしんざん</sup>昭和<sup>しんざん</sup>新山ができあがって

いく <sup>ようす</sup>様子を <sup>きろく</sup>記録しました。

みまつ  
三松さんの <sup>すうひやくまい</sup>かいた数百枚の

スケッチは、のちに、ミマツ

ダイヤグラムとして <sup>せかいてき</sup>世界的に

<sup>ひょうか</sup>評価されています。

## 2年あまりで誕生した奇跡の山、昭和<sup>しんざん</sup>新山。

1943年の有珠山噴火により煙が隆起し、わずか2年あまりで昭和<sup>しんざん</sup>新山は生成されました  
(写真提供：三松正夫記念館)



昭和<sup>しんざん</sup>新山が出来る前の有珠山近辺



昭和<sup>しんざん</sup>新山生成後

写真 昭和<sup>しんざん</sup>新山の成長 (写真は、有珠山ロープウェイ  
ホームページから

(<http://wakasaresort.com/usuzan/shouwa/index.html>)

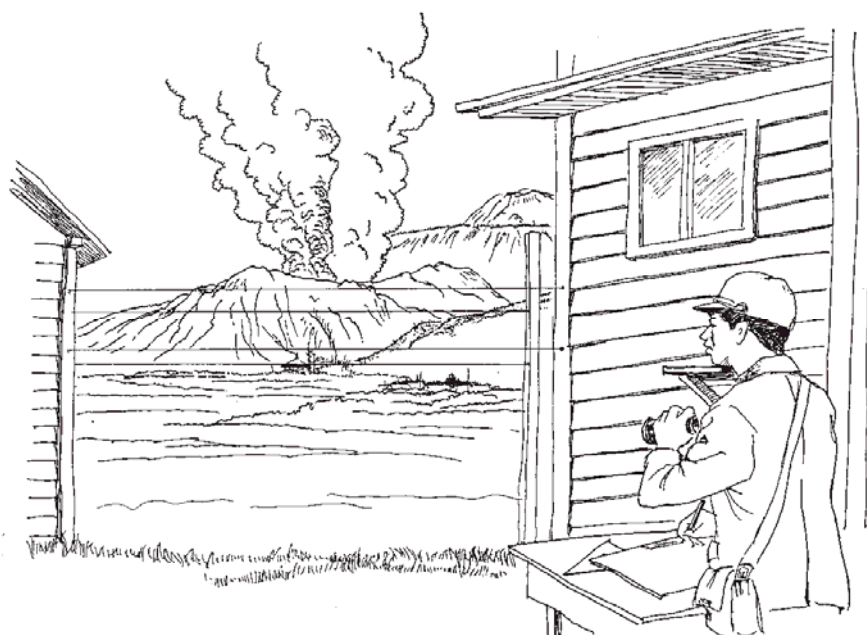
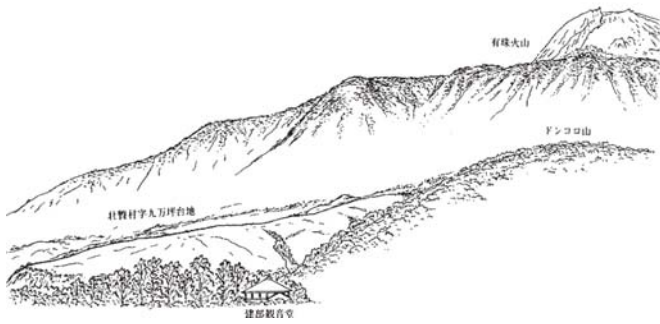


図 三松(みまつ)さんのスケッチのようす。建物(たてもの)の間には  
った糸(いと)を目印(めじるし)にしました。



ふんかまえ  
図 噴火前のスケッチ

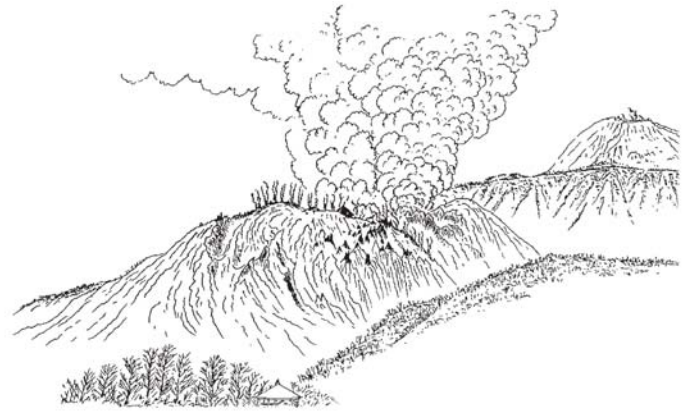


図 1944年11月23日のようす

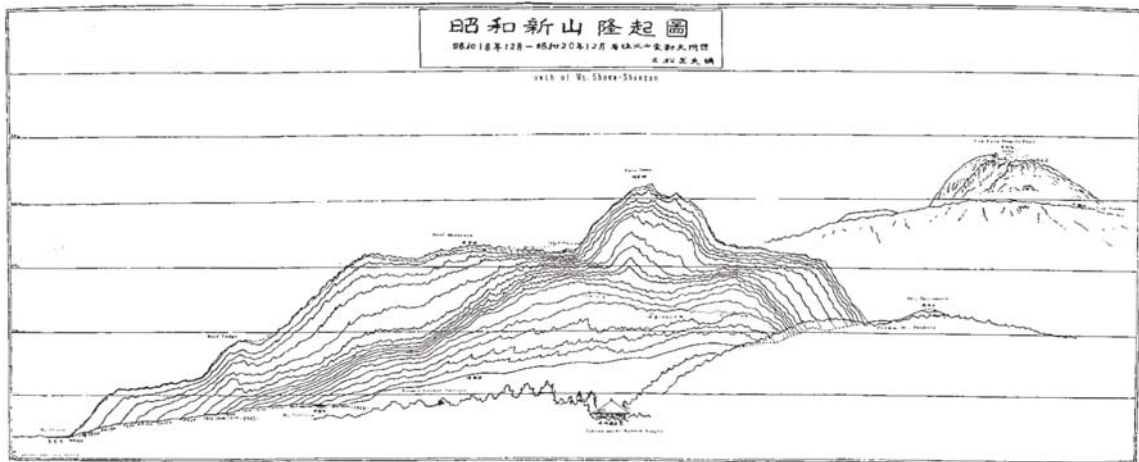


図 スケッチを重ねたもの（ミマツダイヤグラム）

さんこう しりょう  
※参考にした資料

みまつさぶろう かざんたんじょう みまも つづ ゆうびんきょくちょう みまつまさおきねんかん  
三松三郎(2004) 火山誕生を見守り続けた郵便局長 三松正夫記念館

ちしつ  
地質ニュース597号, 52-59ページ

### ③地震でおこる大地の動き

火山の噴火だけでなく、大きな地震が起こった時にも大地は動きます。

5 ページの図は2008（平成20）年6月14日に起こった岩手・宮城内陸

地震（マグニチュード7.2）による大地の動き（地殻変動）を示してい

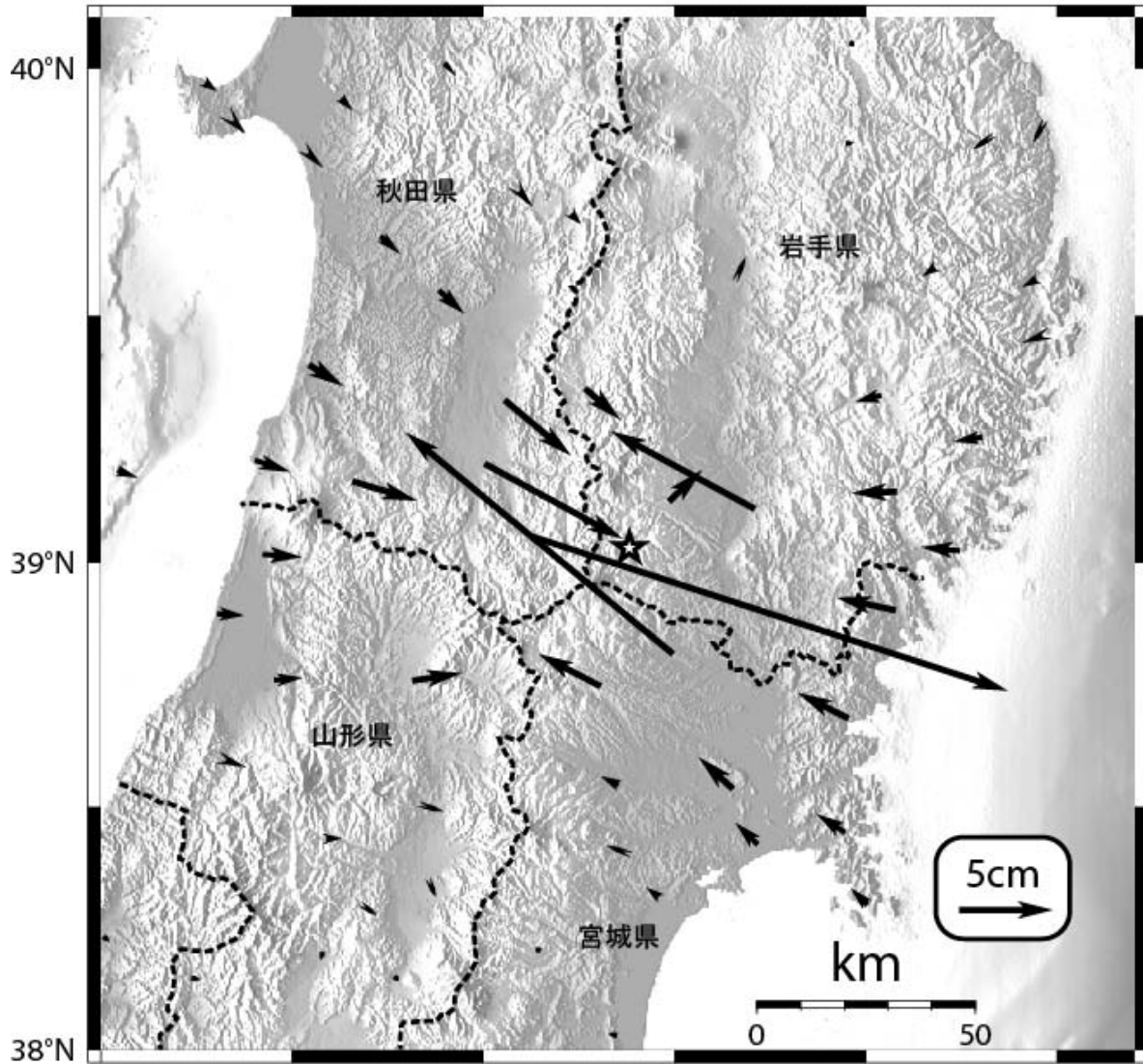
ます。地震の起こった場所（震央、☆印のところ）の近くでは20cm

以上も地面が動いていることがわかります。写真やスケッチによっても

大地の動きをとらえることができますが、毎日毎日、観測や測量を繰

り返すことにより、地面の動きを詳しく知ることができるのです。

## 2008年岩手・宮城内陸地震による地殻変動



140°E 141°E 142°E  
 始 2008/06/03-2008/06/12 岩崎観測点（青森県）固定  
 終 2008/06/15-2008/06/24

図 2008年岩手・宮城内陸地震による大地の動き。地震の前と地震の後の測量結果から、地震によって地面が動いた様子がわかります。☆印は震央の場所を示しています。国土地理院による観測データを使っています。

## 2. 測<sup>はか</sup>ってみよう

### ・測<sup>はか</sup>るって、どんなこと？

ものの変<sup>へんか</sup>化<sup>ようす</sup>の様<sup>ようす</sup>子は、スケッチ<sup>しゃしん</sup>や写<sup>しゃしん</sup>真<sup>しん</sup>で  
も残<sup>のこ</sup>すことができますが、それが、どのく  
らい大<sup>おお</sup>きな物<sup>もの</sup>のかを考<sup>かんが</sup>えたり、他<sup>ほか</sup>の人<sup>ひと</sup>に  
伝<sup>つた</sup>えたりするた<sup>た</sup>めには、大<sup>おお</sup>きさを数<sup>すうじ</sup>字<sup>じ</sup>で  
表<sup>あらわ</sup>すとべんりです。

ものの大<sup>おお</sup>きさを測<sup>はか</sup>ることは、もの

大<sup>おお</sup>きい・小<sup>ちい</sup>さい、長<sup>なが</sup>い・短<sup>みじか</sup>いとい<sup>い</sup>った様<sup>ようす</sup>子を、み<sup>み</sup>ん<sup>ん</sup>なと<sup>と</sup>お<sup>お</sup>な<sup>な</sup>じ<sup>じ</sup>目<sup>め</sup>盛<sup>もり</sup>り  
のつ<sup>つ</sup>いた物<sup>もの</sup>差<sup>さ</sup>しで調<sup>しら</sup>べるこ<sup>こ</sup>とです。

### ・もの<sup>なが</sup>の長<sup>なが</sup>さや大<sup>おお</sup>きさは、どうや<sup>はか</sup>って測<sup>はか</sup>る？

えんぴつ<sup>なが</sup>やけしゴムの長<sup>なが</sup>さは？・・・（ ）

部<sup>へ</sup>屋<sup>や</sup>の広<sup>ひろ</sup>さは？・・・・・・・・・・（ ）

校<sup>こう</sup>庭<sup>てい</sup>の広<sup>ひろ</sup>さは？・・・・・・・・・・（ ）

### ・も<sup>おお</sup>っと大<sup>おお</sup>きな物<sup>もの</sup>の場<sup>ば</sup>合<sup>あい</sup>は、どうす<sup>はか</sup>る？

→→い<sup>はか</sup>ろ<sup>まな</sup>いろ<sup>まな</sup>ろ<sup>まな</sup>な測<sup>はか</sup>りか<sup>まな</sup>たにつ<sup>まな</sup>いて、学<sup>まな</sup>びま<sup>まな</sup>し<sup>まな</sup>ょう！



図 イソップ童話(どうわ)の「うしとカエル」

※イラストは世界おはなし  
名作全集4(小学館)より



# ①やまびこを使って、距離を測ろう！

音の速さと時間から、距離を測ろう！

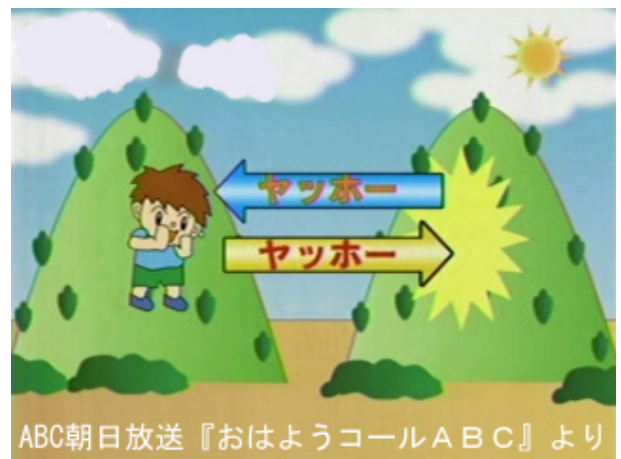
音は1秒間に340m進みます。

「ヤッホー」とさげんでから、

「ヤッホー」とかえってくるまでの

時間をはかると、往復の距離を計算

することができます。



## ☆はかってみよう！

音が1秒で

進む距離

計った時間

往復の距離

$$340\text{m} \times \boxed{\phantom{00}} \text{秒} = \boxed{\phantom{0000}} \text{m}$$

片道の距離は、この半分で

$$\boxed{\phantom{0000}} \text{m}$$

※実験にでてくる場所

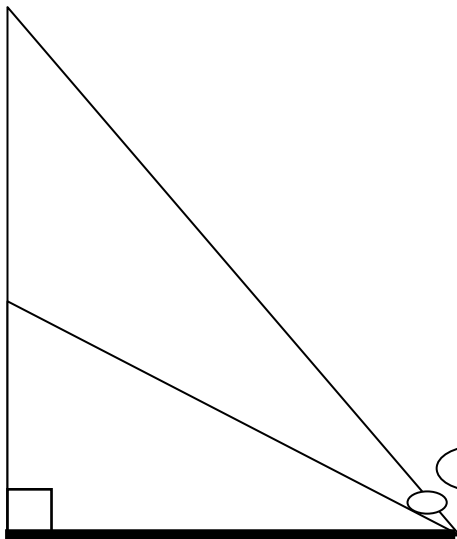
わかやまけん 和歌山県      ひだかがわまち 日高川町      つばやま 椿山ダム



## ② ま じゃく 巻き尺をつかわずに、

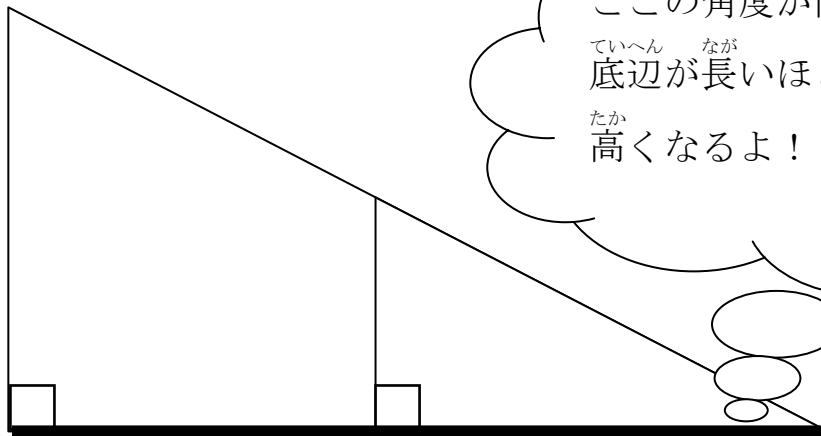
# ものの たか はか 高さを測ろう！

- ちよつかくさんかくけい せいしつ し 直角三角形の性質を知ろう



ていへん  
底辺

ていへん なが  
底辺の長さがおなじなら、  
かくど おお  
ここの角度が大きいほど、  
たか  
高くなるよ！

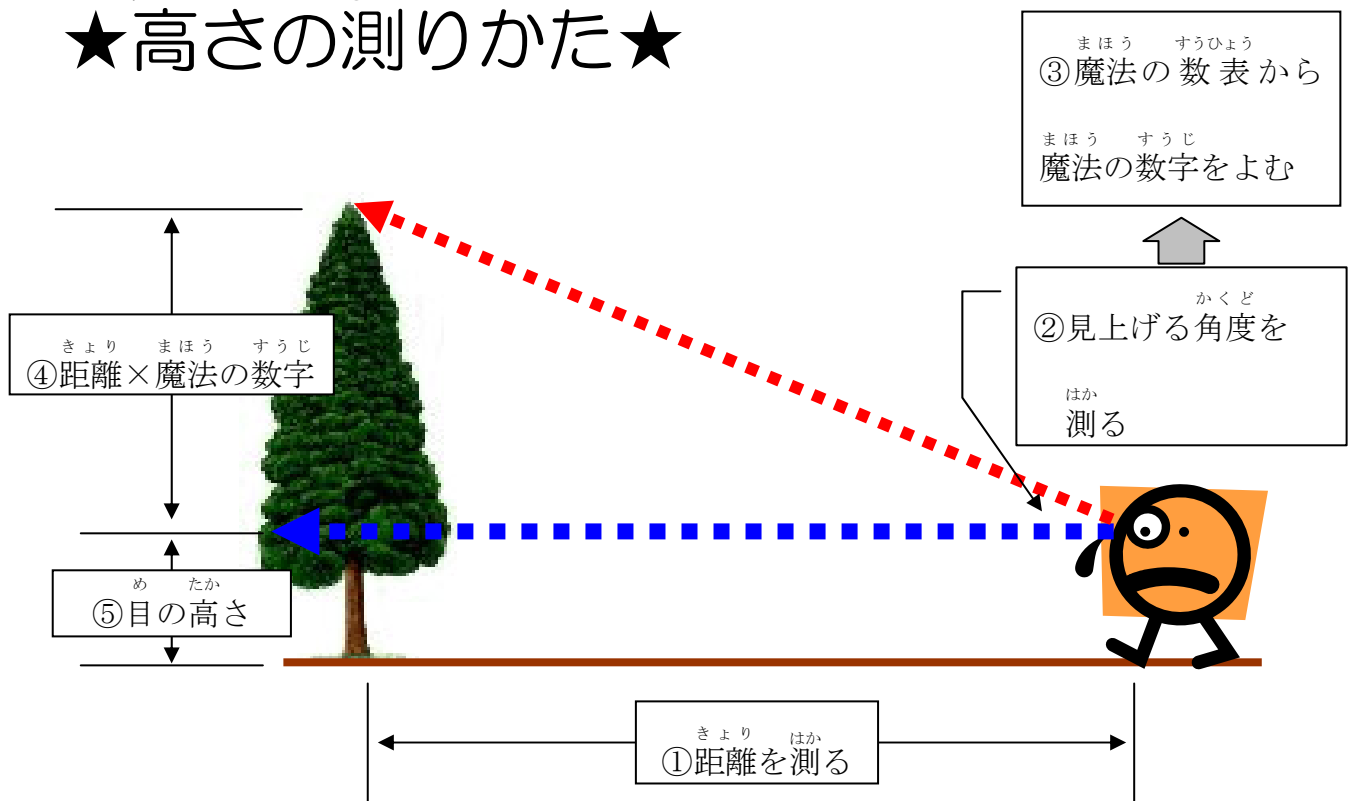


ていへん  
底辺

かくど  
ここの角度が同じなら、  
ていへん なが  
底辺が長いほど、  
たか  
高くなるよ！

つまり、ていへん なが 底辺の長さと、み あ かくど 見上げる角度がわれ  
ば、たか 高さがわかるのだ！

# ★高さの測りかた★

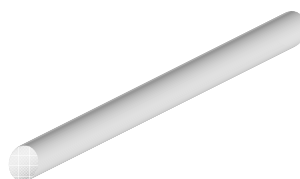
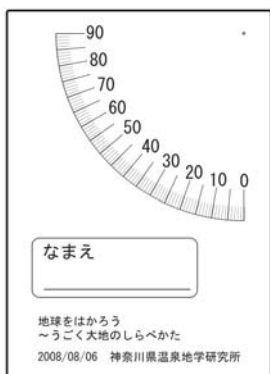


①距離は、巻き尺などで測りますが、今日は、  
1歩の長さと、歩数で測ります。

②角度を測るため、測定器をつくります。

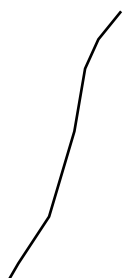
# かくどそくていき ☆角度測定器をつくろう！

きょう くば  
〈今日、配ったもの〉

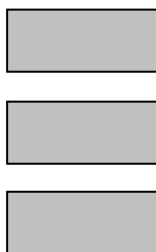


かくどそくていき まい  
角度測定器 1枚

ストロー ほん  
1本



いと ほん  
糸 1本



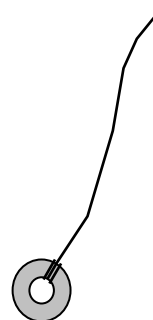
ちようほうけい まい  
長方形のシール 3枚



まる まい  
丸いシール 1枚

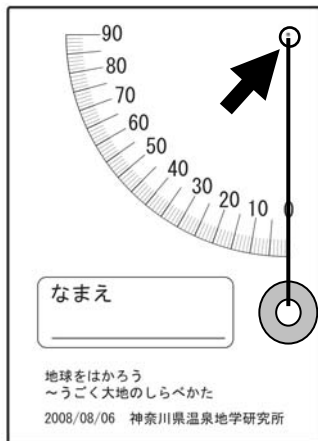
〈つくりかた〉

あな こうか いと むす  
①穴のあいた硬貨と糸を結びます。

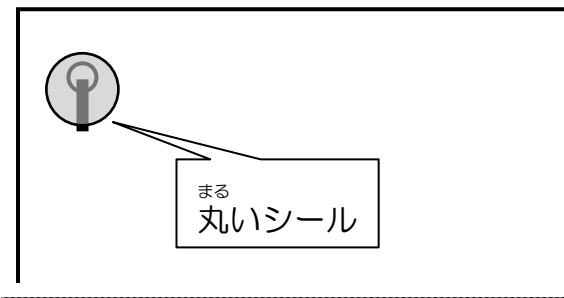


- ② <sup>いと</sup> ①の糸を<sup>かくどそくていき</sup> 角度測定器の穴に通して、<sup>あな</sup> 裏面に、<sup>とおして</sup> 丸いシールを<sup>うらめん</sup> はって<sup>まる</sup> とめます。

〈おもて〉

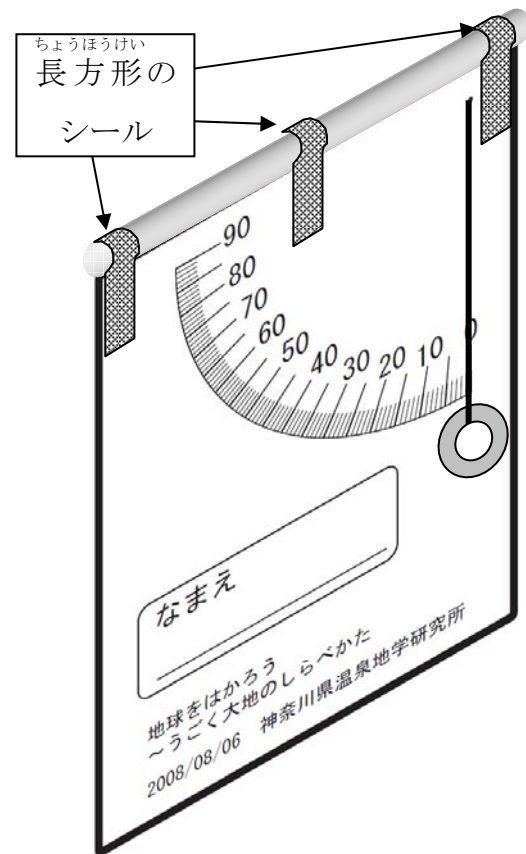


〈うら〉



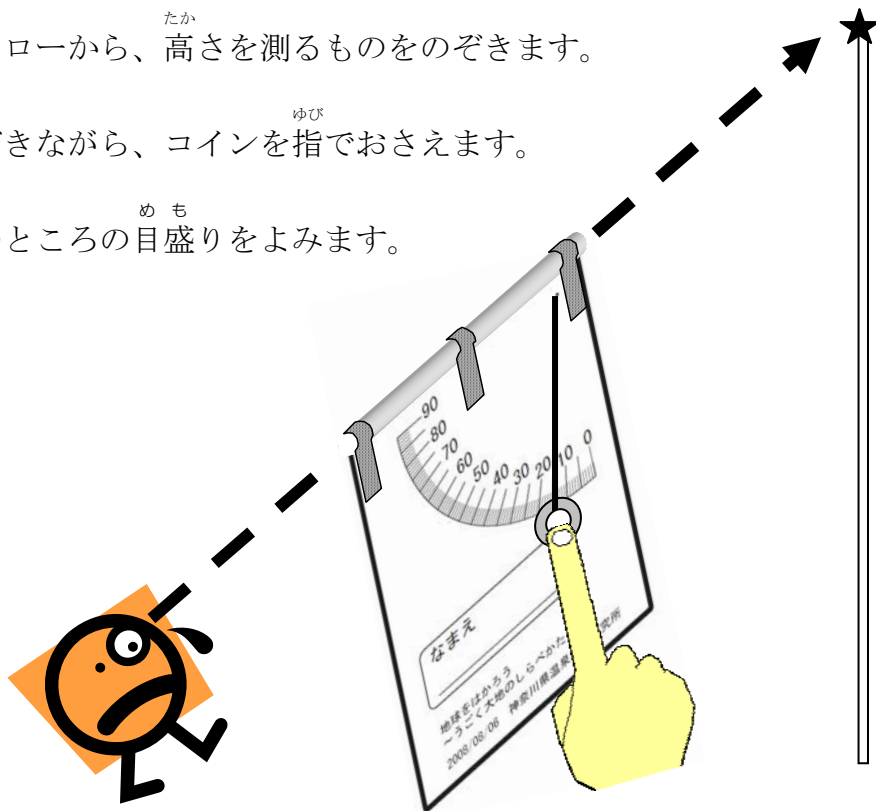
こゝか めもり  
硬貨が、目盛りよりも  
した  
下になるようにしてね!

- ③ <sup>ちょうほうけい</sup> 長方形のシールを使って、  
<sup>かくどそくていき</sup> ストローを<sup>うえ</sup> 角度測定器の上に  
とめます。



かくど はか  
 <角度の測りかた>

- ①ストローから、高さ<sup>たか</sup>を測るものをのぞきます。
- ②のぞきながら、コイン<sup>ゆび</sup>を指でおさええます。
- ③糸<sup>いと</sup>のところの目盛り<sup>めも</sup>をよみます。



まほう すうじ  
 <魔法の数字のさがしかた>

- ①次のページにのっている魔法<sup>まほう</sup>の数表<sup>すうひょう</sup>で、角度測定器<sup>かくどそくていき</sup>で測った角度<sup>はか</sup>をさがします。
- ②その右側<sup>みぎがわ</sup>にかいてある数字<sup>すうじ</sup>が魔法<sup>まほう</sup>の数字<sup>すうじ</sup>です。

魔法(まほう)の数表(すうひょう)

はかった角度	魔法の数字	はかった角度	魔法の数字	はかった
0	0.00	30	0.58	
1	0.02	31	0.60	
2	0.03	32	0.62	
3	0.05	33	0.65	
4	0.07	34	0.67	
5	0.09	35	0.70	
6	0.11	36	0.73	
7	0.12	37	0.75	
8	0.14	38	0.78	
9	0.16	39	0.81	

かくど  
 角度が35度  
 だったら

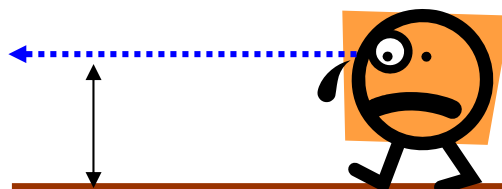
みぎがわ  
 その右側の  
 0.70が  
 まほう すうじ  
 魔法の数字  
 です

## 魔法(まほう)の数表(すうひょう)

はかった角度	魔法の数字	はかった角度	魔法の数字	はかった角度	魔法の数字
0	0.00	30	0.58	60	1.73
1	0.02	31	0.60	61	1.80
2	0.03	32	0.62	62	1.88
3	0.05	33	0.65	63	1.96
4	0.07	34	0.67	64	2.05
5	0.09	35	0.70	65	2.14
6	0.11	36	0.73	66	2.25
7	0.12	37	0.75	67	2.36
8	0.14	38	0.78	68	2.48
9	0.16	39	0.81	69	2.61
10	0.18	40	0.84	70	2.75
11	0.19	41	0.87	71	2.90
12	0.21	42	0.90	72	3.08
13	0.23	43	0.93	73	3.27
14	0.25	44	0.97	74	3.49
15	0.27	45	1.00	75	3.73
16	0.29	46	1.04	76	4.01
17	0.31	47	1.07	77	4.33
18	0.32	48	1.11	78	4.70
19	0.34	49	1.15	79	5.14
20	0.36	50	1.19	80	5.67
21	0.38	51	1.23	81	6.31
22	0.40	52	1.28	82	7.12
23	0.42	53	1.33	83	8.14
24	0.45	54	1.38	84	9.51
25	0.47	55	1.43	85	11.43
26	0.49	56	1.48	86	14.30
27	0.51	57	1.54	87	19.08
28	0.53	58	1.60	88	28.64
29	0.55	59	1.66	89	57.29

まほう すうじ      さんかっけい      せいせつ  
 ※魔法の数字とは、三角形の正接(タンジェント)です。

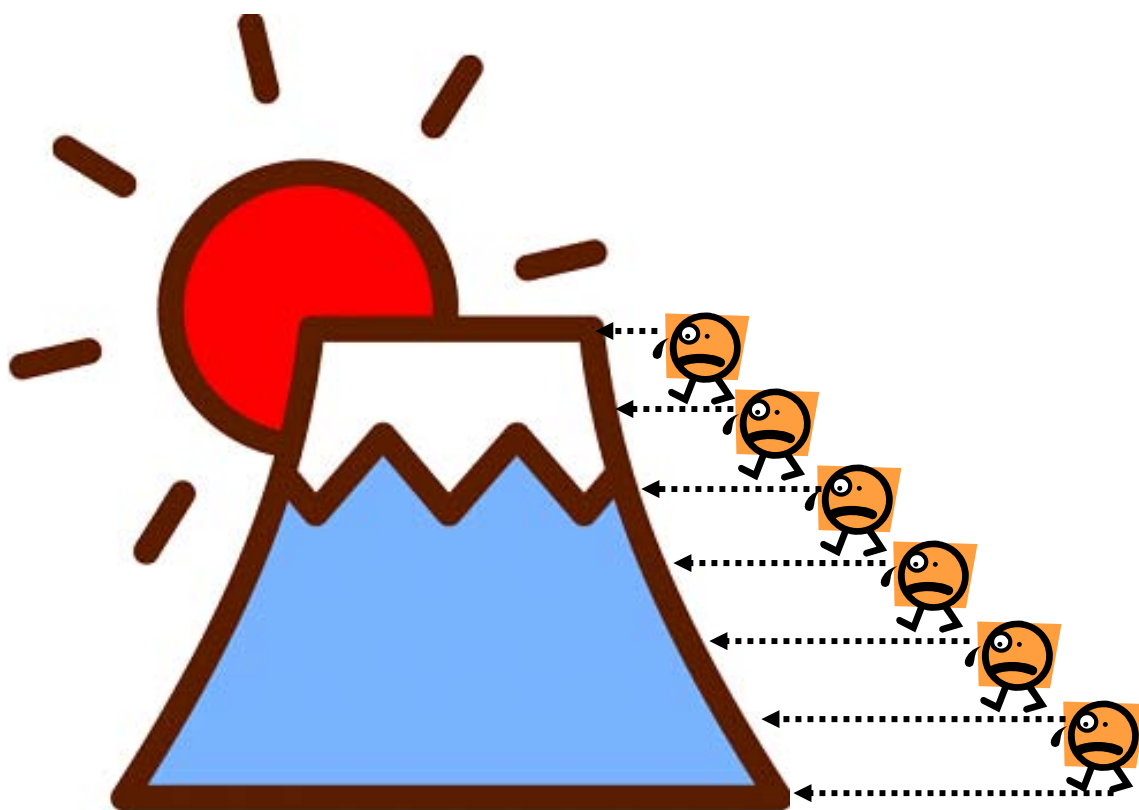
め たか はか  
 ☆目の高さを測ろう！



め たか  
 ・目の高さは

m

め たか                      じぶん                      さかみち      かいだん      やま      たか  
 ※目の高さを知っていれば、自分でのぼった坂道や階段、山の高さを  
 はかることができるよ。





ぽ　なが　はか  
☆1歩の長さを測ろう！



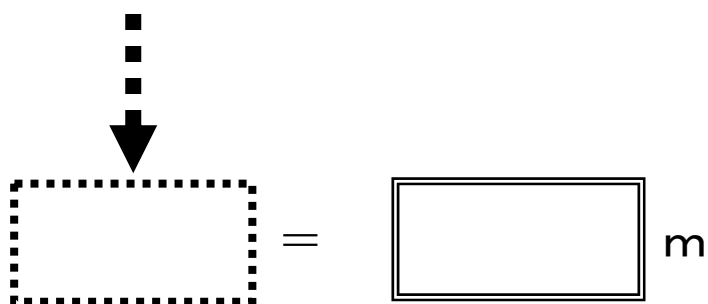
ある　ほすう　かぞ  
15mを歩くときの歩数を数えよう



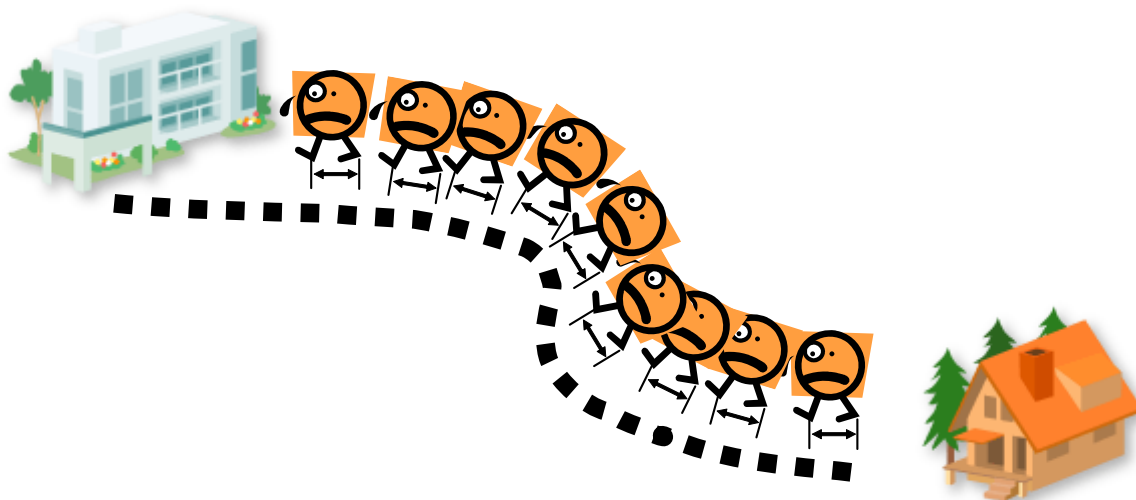
★計算しよう

ぽ　なが  
1歩の長さは

15 ÷



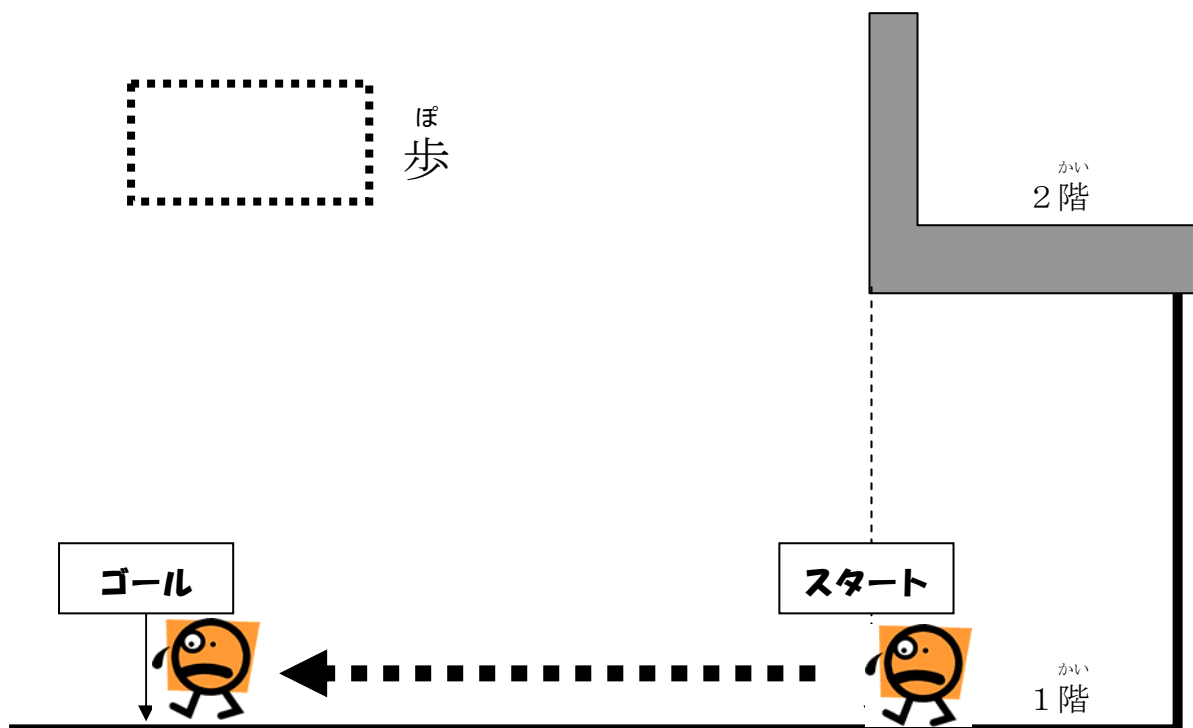
いっぽ　なが　し　じぶん　きょり  
※1歩の長さを知っていると、自分が歩いた距離をはかることが  
できるよ。



もくひょう きょり はか  
 ☆ 目標までの距離を測ろう！

もくひょう かい て  
 ※ 目標は2階の手すりです。

て めじるし せん なんぼ かぞ  
 手すりから、目印の線まで何歩か数えてみよう。



けいさん  
 ★ 計算しよう

もくひょう きょり  
 目標までの距離は

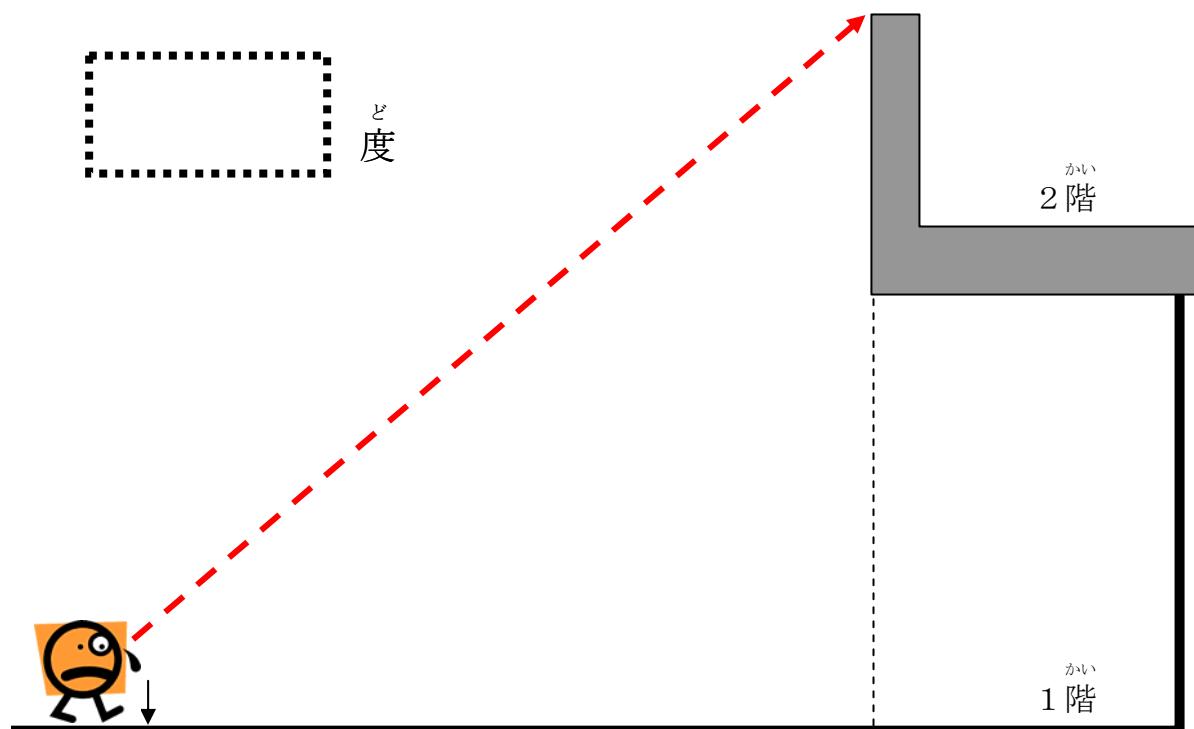
$$\boxed{\phantom{0000}} \times \boxed{\phantom{0000}} = \boxed{\phantom{0000}} \text{ m}$$

15ページのこたえ

※ 正解は( ) m

もくひょう かくだ はか  
☆ 目標の角度を測ろう！

めじるし せん かい て かくだ はか  
※目印の線から、2階の手すりの角度を測ってみよう。



まほう すうじ  
★魔法の数字は？（13ページからさがそう）

度 →

# ★<sup>たか</sup>高さを計算しよう<sup>けいさん</sup>

① <sup>きより</sup>距離 <sup>まほう</sup>魔法の<sup>すうじ</sup>数字 = <sup>め</sup>目の上<sup>うえ</sup>の高さ<sup>たか</sup> m

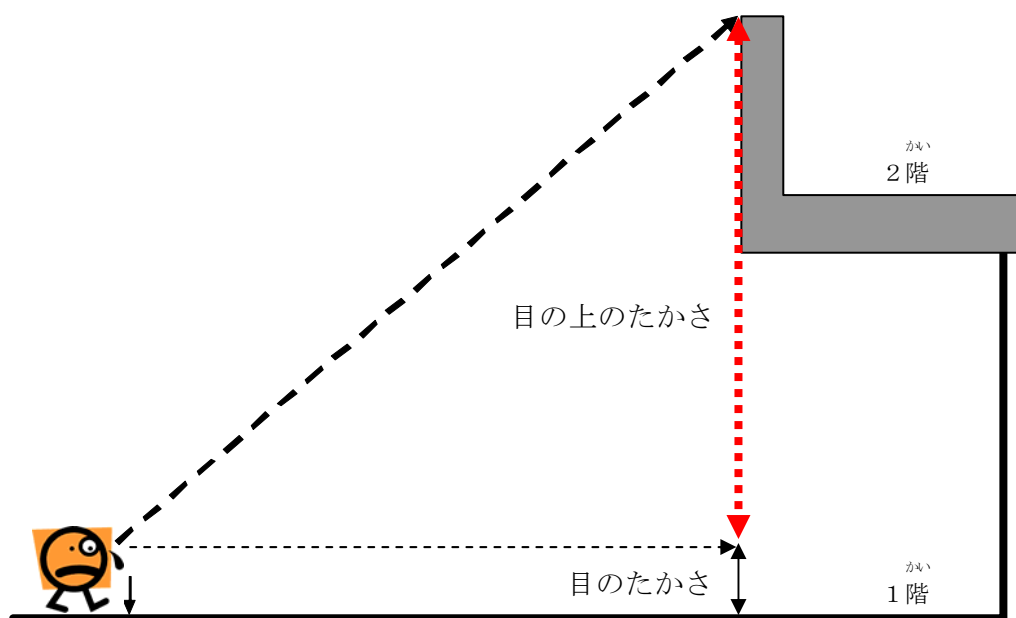
10 × ( ) =  m

17ページ

② <sup>め</sup>目の高さ<sup>たか</sup> <sup>め</sup>目の上<sup>うえ</sup>の高さ<sup>たか</sup> <sup>て</sup>手すり<sup>たか</sup>の高さ

( ) +  = ( ) m

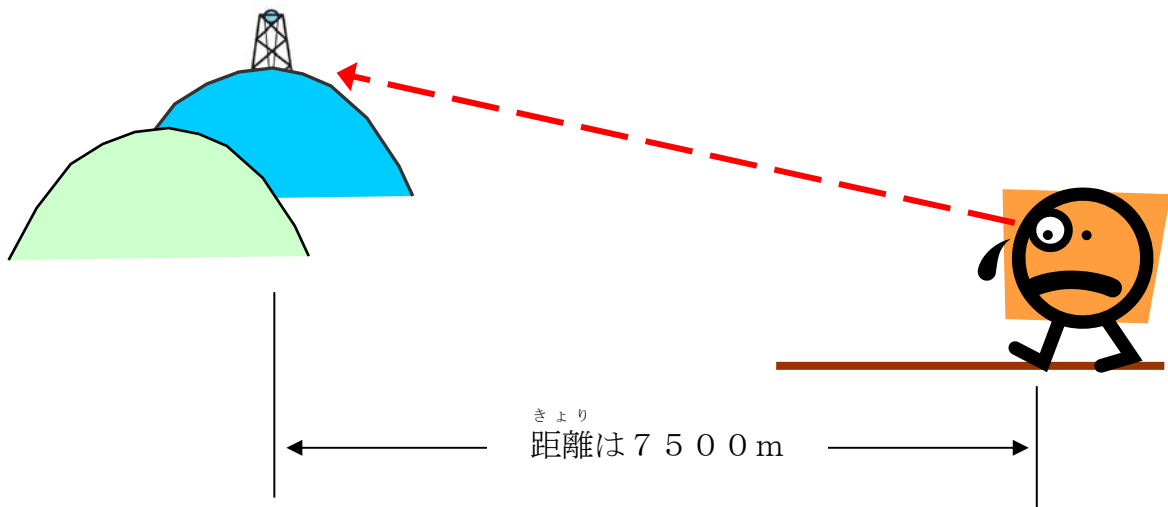
14ページ



※<sup>せいがい</sup>正解は( )m

# ため ※試してみよう（その1）

- けんきゅうしょ にわ ふたごやま  
・ 研究所の庭から二子山がみえます。
- けんきゅうしょ にわ ふたごやま きょり  
・ 研究所の庭から二子山までの距離は7500mです。
- やま した かくど  
・ 山にたっているタワーの下をねらって、角度を測って、山の高さを計算しよう！。



①はかった角度  度 → 魔法の数字

② 距離  魔法の数字  =  m

め うえ たか  
目の上の高さ

③ 目の高さ  +  =  m

め うえ たか  
目の上の高さ

ふたごやま たか  
二子山の高さ

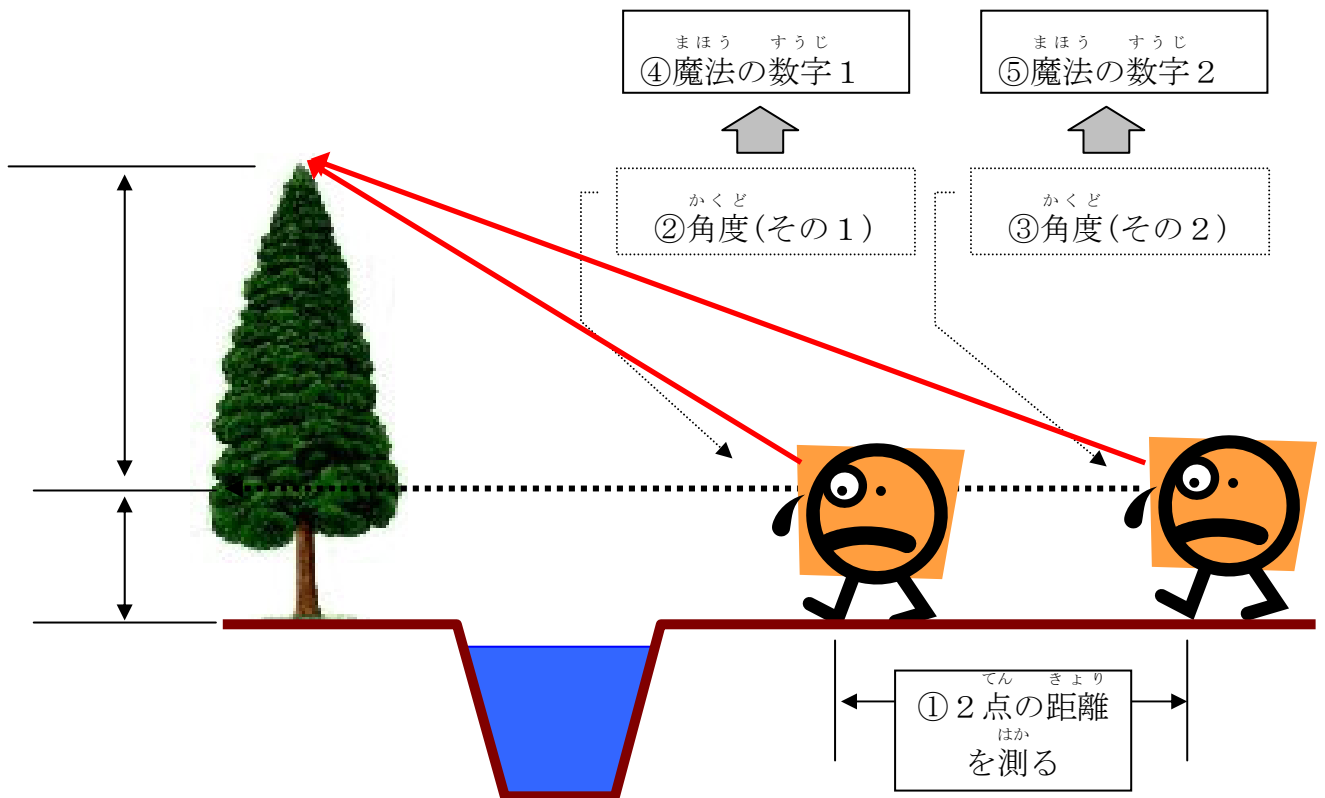
13ページの数字

せいがい けんきゅうしょ にわ ふたごやま たか  
正解（研究所の庭に対する二子山の高さ）は、およそ1000m

## ため ※試してみよう（その2）

高さを測りたいものに、近づけなくても高さを測ることができます。

平らなところにある2つの場所の距離と、それぞれの場所から角度を測れば、計算することができます。



$$\text{魔法の数字1} \times \text{魔法の数字2} = \triangle$$

$$\text{魔法の数字1} - \text{魔法の数字2} = \square$$

$$\text{測ったものの高さ} = (\text{目の高さ}) + (\text{2点の距離}) \times \triangle \div \square$$

### 3. 温泉地学研究所が測っているもの

#### ① 光波測量

ある場所からレーザーの光を放射します。その光を鏡で反射させると、元の場所に戻ります。レーザーの光の速度（速度）は決まっているので、レーザー光が鏡のところまで行って帰ってくる時間がわかれば、その間の距離がわかることになります（やまびこの実験と似ています）。これを1時間に1回ずつ繰り返すことによって、地面の伸び縮みの様子を測っています。

箱根火山は活火山ですから、火山の活動に伴う地面の変化がとらえられるのです。

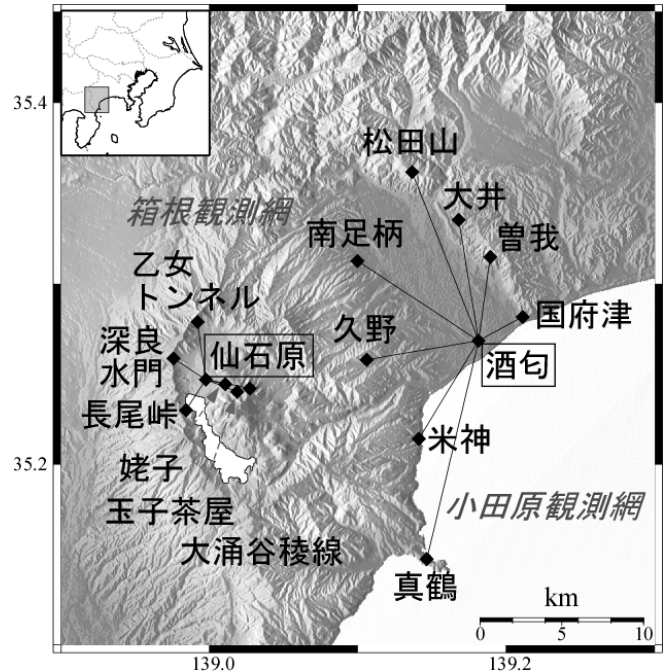


図 温泉地学研究所の光波測量観測網

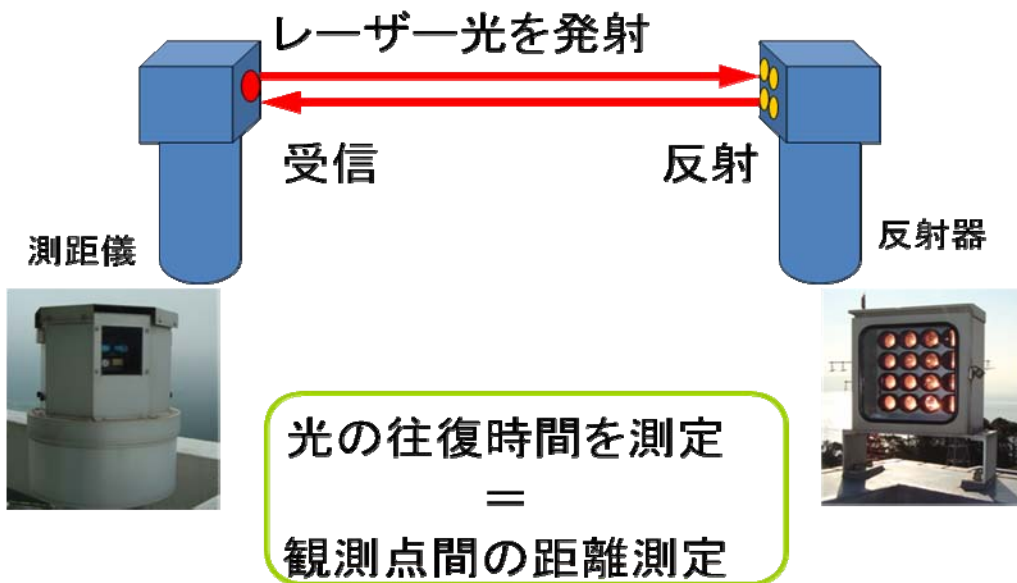


図 光波測量の原理



## ②GPS 測量

地球の上空にはGPS衛星とよばれる人工衛星がたくさん飛んでいます。GPS衛星は電波を放射しています。その電波を受信することによって、地球上の位置を測るのがGPS測量です。

毎日、同じ場所で位置を測ることによって、どれだけ地面が伸びたり縮んだりしているのか、どのように地面が動いているかを知ることができます。

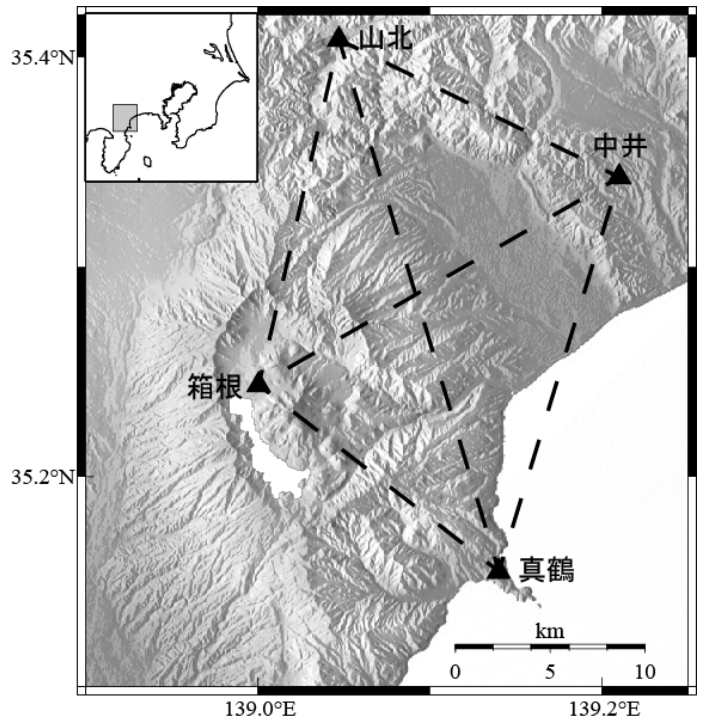


図 温泉地学研究所のGPS測量の観測点

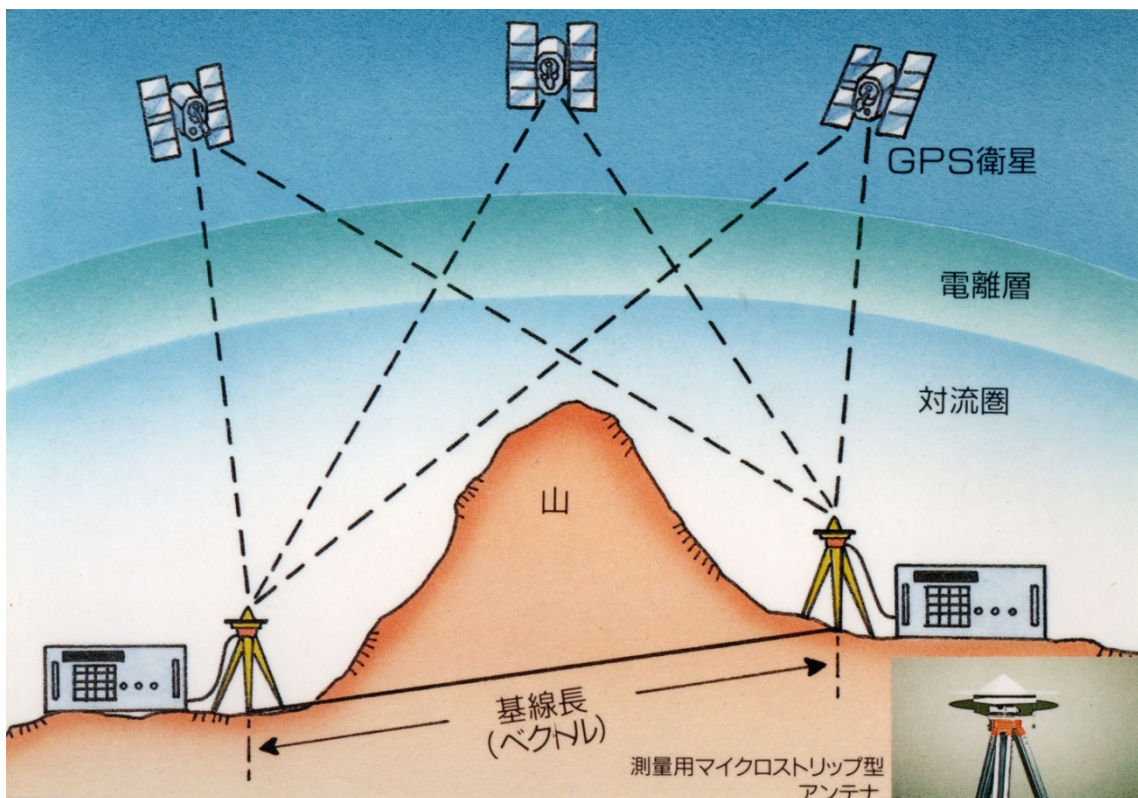


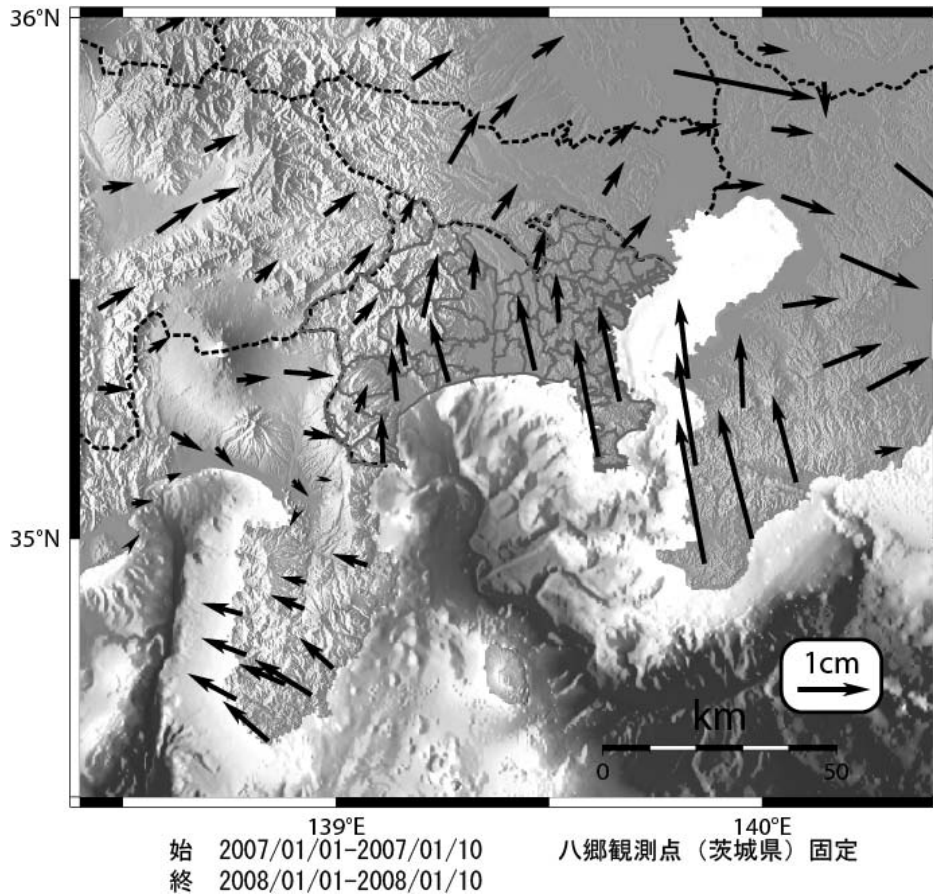
図 GPS測量の原理



### ③まとめ

かながわけんしゅうへん じめん うご  
 神奈川県周辺の地面はいつも動いています。これによって地面の中には大きな力が  
 かかっています。じかん ちから おお ま  
 時間がたつにつれ、力は大きさを増していきます。するとある時、  
 ちから た た き じめん なか がんせき  
 その力に耐えきれなくなってしまう。耐え切れなくなると、地面の中の岩石は  
 こわ じしん おんせんちがくけんきゅうしょ まいにちまいにち じめん うご し  
 壊れます。これが地震です。温泉地学研究所では、毎日毎日、地面の動きを知るこ  
 とによってどこに力がたまっているのか？どこで地震が起きそうか？を調べていま  
 す。

2007年の神奈川県周辺の地殻変動



かながわけんしゅうへん ねん ねんかん だいち うご じめん うご  
 図 神奈川県周辺における2007年の1年間の大地の動き。地面がいつもゆっくりと動いて  
 ようす みなみ ほう かい お  
 いる様子がわかります。これは南の方からフィリピン海プレートによって押されてい  
 るためです。こくどちりいん かんそく  
 国土地理院による観測データを使っています。



図 力に耐えきれなくなると、岩石はこわれます。これが地震の正体です。

いしや ちょうしんき かんじゃ けんこうじょうたい しら おんせんちがくけんきゅうじょ  
 お医者さんは聴診器で患者さんの健康状態を調べますが、温泉地学研究所では  
 そくりょう こうはそくりょう く かえ おこな じめん なか けんこうじょうたい かんさつ  
 GPS測量や光波測量を繰り返し行うことによって、地面の中の健康状態を観察し  
 わたし ちきゅう いしや  
 ているのです。つまり、私たちは地球のお医者さんなのです。

うご だいち かんさつ とき たいせつ  
 動く大地を観察する時に大切なことが2つあります。それは

(1) \_\_\_\_\_

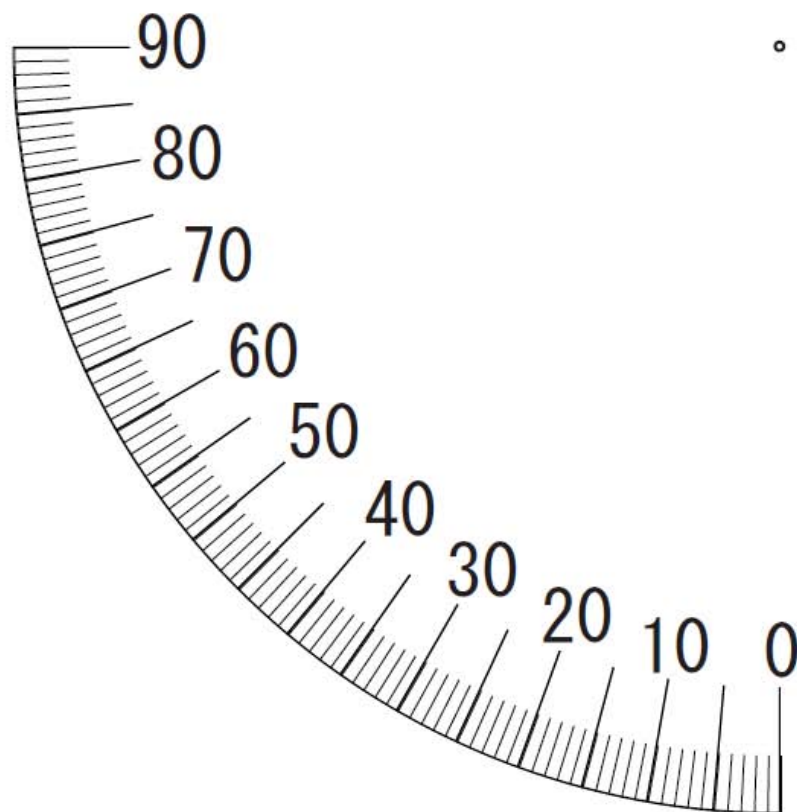
(2) \_\_\_\_\_

です。みなさんも測量をとおして地球とお友達になってみましょう。



おんせんちがくけんきゅうじょ ちょうしんき そくりょう こうはそくりょう つか  
 図 温泉地学研究所では、聴診器のかわりにGPS測量や光波測量を使って  
 ちきゅう けんこうじょうたい しら ちきゅう おいしや  
 地球の健康状態を調べています。いわば地球のお医者さんです。

かくどそくていき かたがみ  
おまけ 角度測定器の型紙



なまえ

---

地球をはかろう  
～うごく大地のしらべかた

2008/08/06 神奈川県温泉地学研究所