

# 「地球のなぞとき」

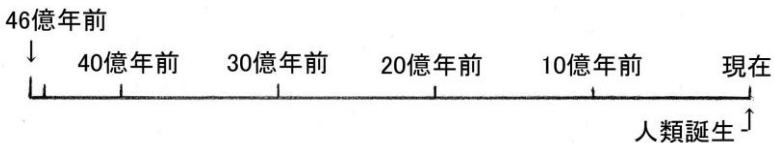
8版

名前\_\_\_\_\_

わたしたちの住むこの地球は46億年前に宇宙の中で誕生しました。生まれた当時は灼熱しやくねつの地球でしたが、やがて地球は冷え、海ができ、空気も生まれました。

地球には生命が誕生し、人類も誕生しました。

地球はたくさんの生き物がすむ〈水の惑星〉です。



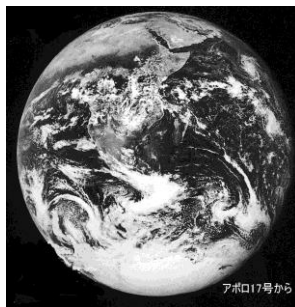
地球が生まれて46億年

## 第1部 地球のなぞ

地球は、太陽を中心にまわっている星の一つです。  
地球は、青い球になって宇宙に浮かんでいます。

先生に、素顔の地球(GEOブルーテラ  
→)を見せてもらいましょう。

地球には海と陸地があります。  
写真で白く見えているところは雲か  
氷です。



アポロ17号から見た地球

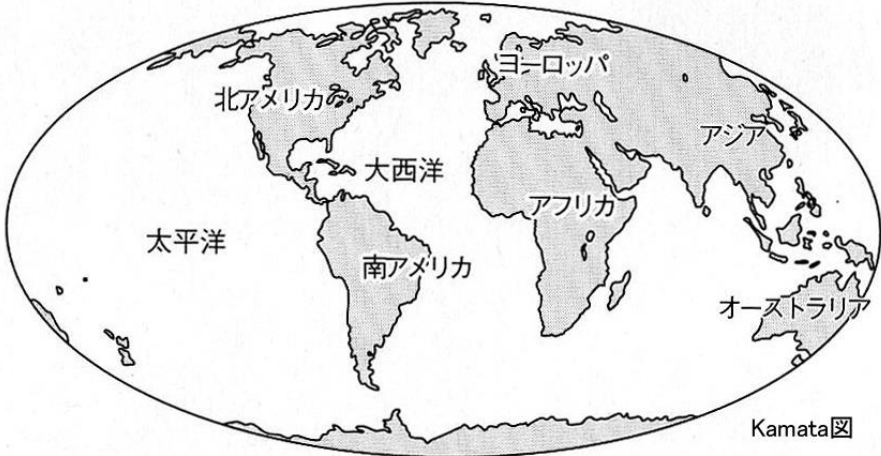
この地球では、海と陸地と、どちらが広いでしょうか。  
地球儀<sup>ぎ</sup>を用意して、いろいろな方向から見てみましょう。  
北極をまん中にして地球を見ると陸地が多く見えます。  
南極をまん中にして地球を見ると海が広く見えます。  
太平洋をまん中にして地球を見るとどうでしょう。  
ほとんどが海です。

地球では海の方が陸地よりもはるかに広いのです。  
陸地は海に囲まれているといってもいいでしょう。

陸地には、大陸と呼ばれている大きい陸地があります。  
島と呼ばれている小さな陸地もあります。

## 二つの大陸がくっついていたかも

ここに大西洋をまん中にした世界地図があります。わたしたちが見なれている地図とはずいぶんと感じがちがいます。日本はどこにあるかわかりますか。



ヨーロッパの人たちは大西洋をまん中にした地図を見なれています。ヨーロッパ人の中には、この地図を見て、こんなことを思った人がいました。

「大西洋をはさんで、南北アメリカ大陸の東の海岸線とヨーロッパ、アフリカ大陸の西の海岸線とはよく似ているな」

「ひょっとして両方の大陸は昔くっついていたのかもしれない」

というのです。あなたはどう思いますか。

予想

- ア そのようなことはない
- イ そうかもしれない

## 【科学読み物】

ウェーゲナーの発明発見物語

# 「大陸は動いたにちがいない」



### (1) ウェーゲナーの空想

1910年のことです。ドイツの気象学者だったウェーゲナーは、大西洋中心の世界地図をじっとながめていました。

「南アメリカ大陸と  
アフリカ大陸の海  
岸線がよく似てい  
る。いちど両大陸  
の地図を切りぬい  
て合わせてみると  
どうだろう」



ウェーゲナーは二  
つの大陸を切りぬいて合わせてみました。

「思ったより、ずっとぴったりく  
つつくぞ。こんなにうまくいく  
のなら、この二つの大陸のものは、  
つながっていたのかもしれない」

ウェーゲナーはずっとこのこと  
が頭からはなれませんでした。



### 【やってみよう1】

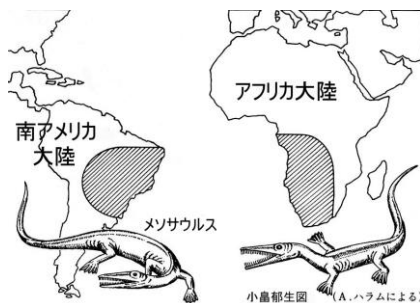
【付図1】の地図を切って、二つの大陸の海岸線を合わせてみましょう。

地図は、大陸棚をふくんだ海岸線を取りいれています。

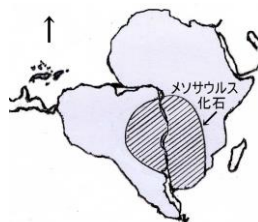
「大陸はまるで海に浮かぶ氷山のような」と、ウェーゲナーは空想しました。

あるとき、ウェーゲナーは、たまたま昔の生物が生きていた場所を書いた本を目にしました。

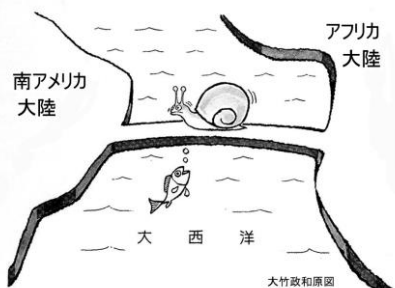
その本には、メソサウルスという恐竜化石<sup>かせき</sup>が出る場所が書かれていたのです。化石というのは、昔生きていた生き物が土にうまって骨などが残っているものです。



「おや、メソサウルスという恐竜の化石の出る場所が両方の大陸に分かれて出ているぞ。恐竜が海を渡ったのか？そんなことありえない。この二つの大陸はくっついていたら考えると、化石の場所はぴったりつながるではないか。これはおもしろいことになるぞ」



ウェーゲナーはわくわくして続きを読みました。すると〈ヨーロッパ大陸にすんでいるミミズと同じ種類のミミズが北アメリカ大陸の東海岸にいる〉〈南アメリカ大陸とアフリカ大陸に同じ種類のカタツムリが見つかっている〉などを書いてありました。



しかし、その理由として〈大昔、いくつかの大陸の間は橋のようなものでつながっていた〉と書いてあるではありませんか。

これを読んでウェーゲナーは

「そんなことがあるのか？ かりに、橋のようなものがかかっていたとしても、こんな小さな生き物が2000Kmも歩いて渡れるはずがないではないか」

「でも、これは、〈いくつかの大陸がつながっていた〉という証拠になるぞ。おもしろいことになりそうだ。もっとくわしく調べてみよう」

ウェーゲナーはますます研究心がわいてきました。

「もし、二つの大陸がもともと一つだったとしたら…両方の大陸には、他にも何かつながりがあるかもしれない」

「つながっているものというのと…、土地はどうだろう」

土地というのは、石や砂の層が続いています。

「あれっ。南アメリカ大陸東海岸の砂の層をのぼしていくと…、アフリカ大陸の対岸に同じ砂の層がつながっている。花こう岩という岩石もつながっているぞ」

ウェーゲナーはワクワクしてきました。

「まだまだつながっているものがあるかもしれない」

ウェーゲナーは 朝の食事もわすれて こんどは大学の研究室にかけこみました。

ウェーゲナーは植物の化石はどうかと思いました。植物の葉っぱも、形だけなら何億年も土の中に残ることがあるのです。



「あったぞ。グロッソプテリスというシダの化石が二つの大陸から出ている。しかも、出ている場所が両方の大陸でつながっているではないか」

「そういえば〈赤道近くに昔の氷河のあとが広がっている〉という研究もあったぞ」

ウェーゲナーは氷河の研究資料も調べました。

氷河というのは、一年中雪がとけず氷になって地上に積もっている層です。

南アメリカ大陸とアフリカ大陸に南には、氷河が岩石をけずったあと(下図の↑印)があるではありませんか。それだけではありません。北半球にあるインドにも氷河のけずりあとがあることがわかりました。インドは赤道を越えたはるか北です。



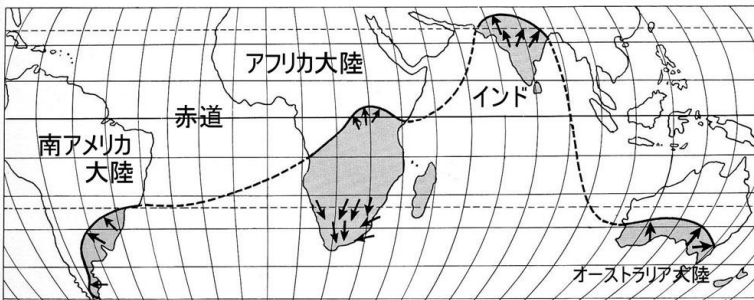
グロッソプテリス化石分布図

小島郁生原図



グロッソプテリス復原図

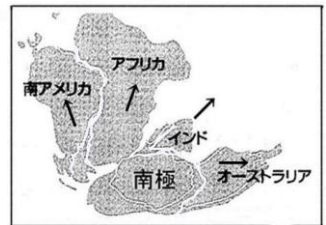
小島郁生原



大竹政和原図

氷河あとの分布図

氷河は寒い極地にできるものです。ウェーゲナーは、南極近くにあった大陸が、南アメリカ大陸やアフリカ大陸だけでなしに、オーストラリアやインドにまで分かれていったと確信しました。



藪本美孝図より作成

## (2) 本にまとめて発表

ウェーゲナーは1915年、〈大陸は移動した〉という仮説を『大陸と海洋の起源』という本にまとめて発表しました。やがて、ウェーゲナーの〈大陸移動説〉として世界の人々に知られるようになりました。

「なるほど、ここまで証拠がそろっていると〈大陸移動説〉も本当かも知れない」

「しかし、この大地が動くのだろうか」

人々にも議論がわきおこりました。

### 【問題1】

それでは、ウェーゲナーの〈大陸移動説〉を知った、科学者たちの反応はどうだったでしょうか。

予想

- ア. 多くの科学者は賛成した
- イ. 多くの科学者は反対した
- ウ. 科学者からは相手にされなかった

あなたはどのように思いますか。



### (3) 多くの科学者は反対

地球の研究をしていたイギリスの科学者たちからは「大陸が動いた？ そんなことは起こるはずがない。たまたま、両大陸の海岸の形が似ているだけだ」

「今、地球はだんだんと冷えているのだから、地球が縮んで陸地の一部が落ち込むこともある。大西洋は大陸の真ん中が縮んで落ち込んだのだ」

と、反対されました。

「それなら、海の底には、どこにも陸地の泥や砂がたまっているはずだ。しかし、じっさいには陸地の砂や泥は陸地に近い場所でしかたまっていないではないか」

と、ウェーゲナーは反論しました。しかし

「気象学者のウェーゲナーの言うことはあてにならない」と、けっきょく多くの科学者に反対されました。

しかし、一部のアメリカの科学者や日本の科学者の中には、賛成する人もいました。

ウェーゲナーは 1929 年、今までの研究をさらにまとめて再び『大陸と海洋の起源』（第4版）を発行しました。この本でウェーゲナーは、200 以上の研究成果を取り上げて大陸移動の〈証拠〉を示したのです。それでも、多くの科学者たちはなかなかウェーゲナーの説を認めませんでした。

「ウェーゲナーはつごうのよい証拠だけ集めている」

「そもそも、こんな大きな大陸を動かす力はどこから出てくるというのか」

と反論されました。ウェーゲナー自身もかんじんの〈大陸を動かす力〉を十分に説明することができなかったのです。

## 無念の嵐

1930年、大陸移動の研究はひとまず終えて、ウェーゲナーはグリーンランド観測隊長として氷上の観測に出かけました。

しかし、ウェーゲナーたちに思わぬ災難がたちはだかったのです。連日の予想外の悪天候で観測基地の食料や燃料が不足してしまいました。

ウェーゲナーは研究者の食料と燃料を補うためエスキモーの案内人と二人で基地を出たのです。しかし、運悪く猛吹雪がウェーゲナーに襲いかかりました。ウェーゲナーはここで帰らぬ人となってしまったのです。

ウェーゲナーの死後、ウェーゲナーの〈大陸移動説〉は科学者の間でもほとんど話題にならなくなってしまいました。

しかし、1950年頃〈大陸移動説〉が再び科学者の間で話題になってきました。

「大陸移動説は本当かもしれない」と言う科学者が現れました。ウェーゲナーの死後 20 年もたってからでした。

いったい、どのようなことからウェーゲナーの〈大陸移動説〉が、科学者の間で話題になってきたのでしょうか。

次は、〈地球と磁石の関係〉を研究した科学者のお話です。一見、磁石なんて〈大陸移動説〉と関係なさそうですが、その磁石の研究から、〈大陸移動説〉に関する重大な証拠が出てきたのです。

しばらく、地球と磁石の研究につきあってください。

## 第2部 地球と磁石

### 北を指す方位磁石

あなたは、野山を歩くときに方位磁石を持ち歩いたことはありませんか。野山で分かれ道に来たときなど、地図と方位磁石があれば、これから進む方向が分かりとても便利です。また、少し練習すれば、今いる場所も知ることができます。

どうしてでしょうか。

それは、方位磁石はどこにいても、いつも〈北〉を指すからです。

方位磁石のおかげで山で遭難することも少なくなりました。

船乗りたちも、方位磁石(羅針盤<sup>らしんばん</sup>)を使うようになってから、安心して航海できるようになりました。

方位磁石は、簡単な磁石の針でできていますがとても便利な道具です。

それでは、方位磁石はどうしていつも北を指すのでしょうか。あなたはどう思いますか。

この問題については 1500 年頃からイギリスの鉄職人たちの間でも話題になっていました。やがて、きちんと研究する人が現れました。イギリスのウィリヤム・ギルバートという人です。

ギルバートはどんな人でしょうか。次の「ギルバート博士の研究」を読んでいきましょう。



## 【科学読み物】

### ギルバート博士の研究

1500年の終わり頃、イギリスにウィリヤム・ギルバートという人がいました。ギルバートはイギリスでは評判の良い医者で、女王のおかかえの医者でもありました。そしてまた、すぐれた科学者でもありました。

ギルバートは、コハクという石がなぜ引きあうのか、磁石はなぜ引きあうのかなど、電気や磁石の研究もたくさんしていました。



ギルバート

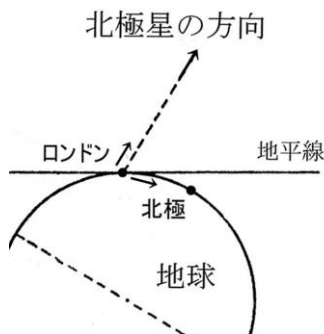
そのなかでギルバートが、もっとも興味をもったのは〈磁石の針がなぜ北をさすのか〉ということでした。ある本には、〈磁石が北を指すのは北極星が磁石の針を引っばっているからだ〉と書いてありました。しかし別の本では〈北極近くに磁石を引きつける岩があるからだ〉と書いてあるではありませんか。

「いったい、どちらが正しいのだ」

ギルバートはさらにくわしく調べたくなりました。

ギルバートは考えました。

「ここロンドンで、もし北極星が磁石を引っばっているとしたら、磁石の針は北極星の方向、つまりほぼ上を指すはずだ。もし、地球の北極近くにある岩が磁石を引っばっているとしたら、磁石の針は地平線よりも少し下を指すはずだ。いったいどちらなのだろう」



ギルバートはさっそくどちらが本当なのかためしてみようと思いましたが、今までの方位磁石では水平にしか針が動きません。ギルバートは困ってしまいました。

「そうだ、針が上下に動く方位磁石を作れば、磁針の動きがよりくわしくわかるはずだ」

ギルバートはさっそく針が上下に動く方位磁石を作ってみました。そして、机の上に置いてみることにしました。

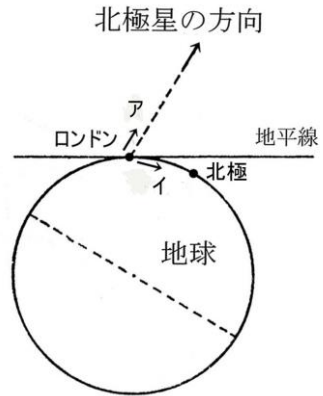


### 【問題2】

ギルバートが上下に動く方位磁石を机の上に置いてみると、方位針の北（N針）はどちらを向いたと思いますか。（方位磁石の北を指す方をN針とします）

予想

- ア. 北極星の方向(ア)
- イ. 北極の方向(イ)
- ウ. もっと別の方向



予想してみましよう。

※直径 1.5m くらいのゴム風船（大玉）で予想するといいでしょう。

## N 針が指す方向は…

ギルバードは、おそろおそろ上下に動く方位磁石を机の上に置いてみました。

すると、方位磁石の N 針は…

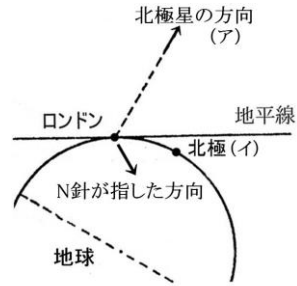
「おや！ 方位磁石の N 針はずっと下を向いたぞ」

ギルバートは予想外の結果にびっくりしました。

磁石の N 針は北極星の方向(ア)を向くどころか、北極の方向(イ)よりも、ずっと下を指したのです。地平線から 60 度も下を向いていました。予想の答えは〈ウ〉です。

「〈北極星が磁石を引きつけている〉という考えも、〈地球の北極近くに磁石の岩がある〉という考えも、まちがいだぞ」

ギルバードには、地球磁石のなぞがさらに深まりました。



※【問題 2】は、日本でも同じように実験することができます。あなたが今いる場所では N 針はどちらを向くと思いますか。

### 【実験】

磁石の針が上下にも動くように工夫された道具があります。

伏角計ふっかくけいと言います。先生に伏角計ふっかくけいを見せてもらいましょう。

伏角計ふっかくけいの N 針は何度くらい下を向くでしょうか。

伏角計ふっかくけいが水平線よりも下を向く角度ふっかくのことを伏角ふっかくと言います。

日本各地の伏角は【付図 5】の地図からも読み取れます。

### 【作ってみよう】

方位磁石 (100 円程度のもの) を使って伏角を見ることも出来ます。45 ページにある【かんたん伏角計】を作ってみましょう。

## 世界の海では？

ギルバートはさらに世界中の海でよりくわしく伏角を調べたくなりました。そこで船乗りたちにたのみました。

「この上下に動く方位磁石を船にのせてくれないか。そして、航海の途中で方位針が上下に向く方向を測ってほしいんだ」

船乗りたちは喜んで引き受けてくれました。船乗りたちもギルバートの研究には興味しんしんです。

さて、船乗りたちの報告です。

「北に行くほど、磁石のN針はもつともつと下を向くよ。赤道付近では水平になるし、赤道よりも南に行くとは今度は反対にS針が下を向くよ」

と、船乗りは言うのです。

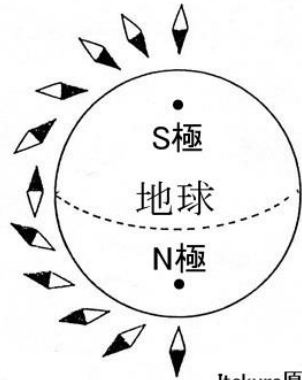
「う～ん、そうか。何か地球の中から磁石の針を引いているのか」

「北に行くとN針、南に行くとS針を引くということは…」

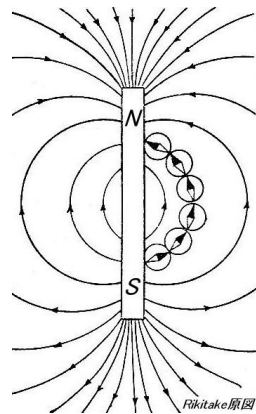
「これは棒磁石が、方位磁石の針を引いている時と同じではないか」

「そうか。地球も一つの巨大な磁石と考えればいいのか」

ギルバートはわくわくしてきました。



地球磁石の極方向を向く方位針



「でも、どうしたら確かめられるだろうか」

「なにか丸い磁石がないかな」

「そうだ。天然磁石を丸く削って地球の模型を作ってみるといいかもしれないぞ」

ギルバートは天然磁石に目をつけました。天然磁石とは磁鉄鉱じてつこうのことです。磁鉄鉱じてつこうは磁力を持っています。

ギルバートはこの天然磁石をまるく削って地球の形にしてみました。そして、その天然磁石のまわりに上下に動く方位磁石を近づけてみたのです。

方位磁石の針は右図のように動いたのです。

「船乗りたちの話と天然磁石上での磁石の向きと同じだ」

「地球もこの天然磁石と同じように、一つの磁石なのだ」

ギルバートによって、地球は大きな磁石であることが確かめられたのです。

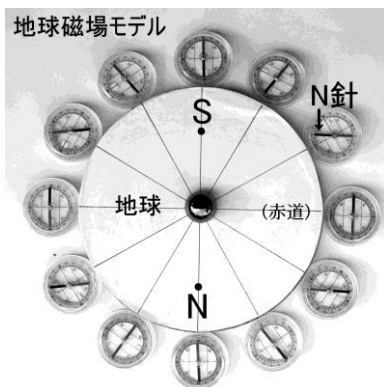


### 【やってみよう】

磁鉄鉱の代わりに球形磁石を使いまわりに方位磁石を並べます。

すると、右の写真のように、方位磁石のN針は地球のS、Nの方向を向きます。

赤道では、方位針は地平線に対して水平ですが、極地に近づくと立ってきます。





## 磁石の北と地図の北

方位磁石の指す北と地図の北とは同じでしょうか。

じつは、ちょっと違うのです。

方位磁石の指す北は、地球磁石の北です。世界地図の北極近くに「地磁気北極」「北磁極」などと書かれているところです。世界地図を広げてたしかめてみましょう。

これにたいして地図上の北は地球が回転している軸の方向です。つまり北極星の方向です。

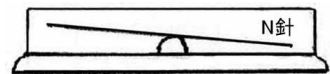
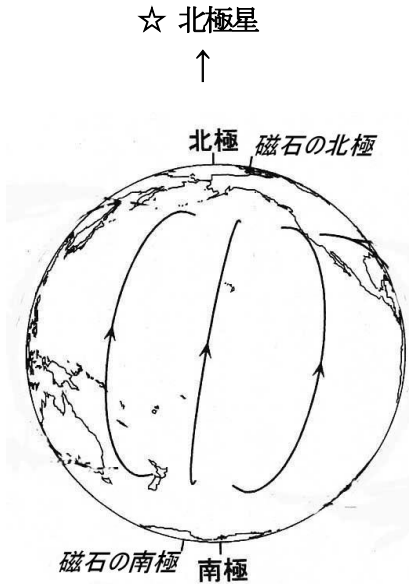
ですから、方位磁石で見る〈北〉と地図上の〈北〉と少しずれてくるのです。日本では、ほんの4度から6度くらいのがちがいです。ふつうの生活では、たいして気にすることではありません。

## 方位磁石の工夫

日本で使っている方位磁石は南半球でも使えるでしょうか。

じつは、南半球ではうまく使えません。方位磁石は、使った場所で針が水平に保つように左右のバランスをとってあります。北半球用方位磁石はS極側を少し重くしてあるからです。

しかし、オイル入り方位磁石はこのようなバランスはとっていません。ですから、横から見ると少しN針が下がって見えます。

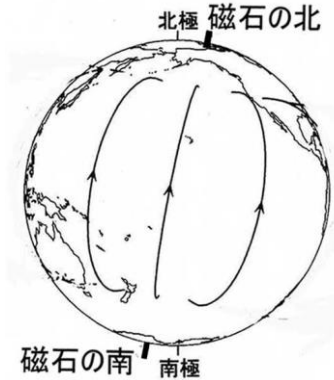


オイル入り方位磁石

## 極の位置 1

わたしたちの使っている方位磁石はいつも北を指すので便利です。それは、地球磁石の北と南がいつもきまっているからです。

それでは、この地球磁石の極（磁石の北、磁石の南）の位置はずっと変わらないものでしょうか。それとも長い年月の間には変わることがあるのでしょうか。



### 【問題3】

あなたは、地球磁石の北や地球磁石の南の位置は今までに動いたことがあると思いますか。

予想

- ア. 地球磁石の北や南は今まで動いたことはない。
- イ. 地球磁石の北や南は今まで動いたことがある。

予想してみましょう。

## 磁石の極の位置 2

じつは、地球磁石の極(磁石の北、磁石の南)の位置は、長い年月の間には動いてきたことがわかってきました。

1950年頃です。イギリスの科学者たちは昔の地球磁石の極の位置を調べていたのです。

まず、イギリスに出ている古い岩石から調べました。すると1億年前には今のロシア付近(●ア)に磁石の極があったことがわかりました。さらに2億年前には日本の北海道付近(●イ)4億年前には太平洋上(●ウ)に磁石の極があったことがわかりました。

科学者たちは、こんどは北アメリカ大陸にあった古い岩石の石からも、過去の磁石の極の位置を調べました。

その結果を地図上に○で書いてみました。すると、右の図のように○が並んだのです。

同じ年代には磁石の極は一つのはずなのに、●と○の二か所にあったということは…。

測定結果がちがっていたのでしょうか。



科学者たちは、今の北極の位置を中心にして、北アメリカ大陸を30度ほど→の方向に動かしてみました。すると、どうでしょう。

極の二つの線は、見事に重なりました。地球磁石の極の位置は、やはり一つだったのです。

このことは、

「4億年前、2億年前には、北アメリカ大陸は右図の位置にあった。しかし、その後だんだんと北アメリカ大陸はアフリカ大陸から離れていった」と考えることができますか。

科学者たちの地球磁石の研究で、大陸が動いたことが再び話題になってきたのです。



### 【やってみよう2】

【付図2】を2枚重ねて、「今=極石の北」を中心にして一枚を回転させ、磁石の極移動の線を重ねてみましょう。

## インドも大移動

「これはすごいことになるぞ。世界の岩石をくわしく調べれば、世界の大陸がどう動いたかくわしく知ることができそうだ」と、科学者たちはわくわくしました。

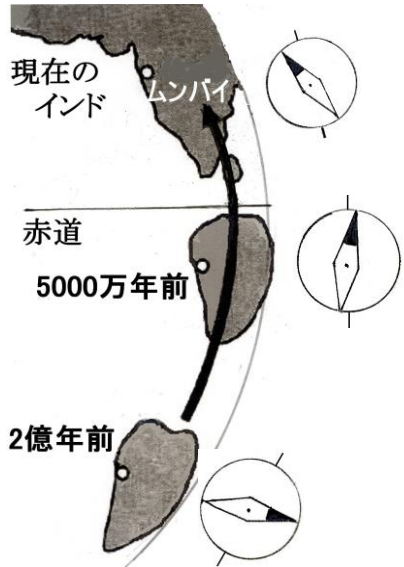
インドに出かけて行った研究班からびっくりするような報告が届きました。

現在のインドの伏角は下向き 25 度です。しかし、5000 万年前のインドの岩石の伏角は、ほとんど水平を指していたのです。

「5000 万年前のインドは赤道近くにあったことになるぞ」と科学者たちは驚きました。

さらに、2 億年前のインドにある岩石の伏角も調べてみました。

するとどうでしょう。なんと、2 億年前のインドは N 針が上を向いているではありませんか。2 億年前のインド大陸が南半球にあったことがわかりました。



小畠郁生・加藤秀『ひきさかれた大陸』に西村修正

インド大陸の伏角の測定から

「2 億年前には南半球にあったインドが、その後、赤道をこえ、今の場所まで北に向かって動いてきたことになる」と、科学者たちは考えました。

## 磁石の〈化石〉

2億年前や5000万年前の岩石から、どうしてその時の伏角が分かるのでしょうか。

じつは、岩石の中には、その岩石が生まれた場所の伏角が記録されていたのです。それは、どういうことなのでしょう。

じつは、ほとんどの岩石には、小さな磁鉄鉱<sup>じてっこう</sup>という鉱物の粒が入っています。その磁鉄鉱に〈生まれた場所の伏角〉が記録されているのです。

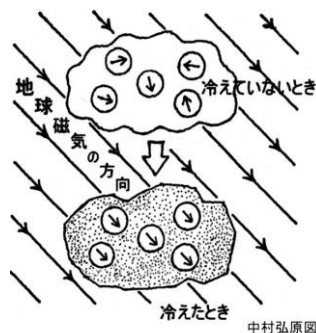
岩石が生まれる前は地球の中でマグマがドロドロにとけています。しかし、マグマが地表近くに出て冷えてくると磁鉄鉱<sup>じてっこう</sup>が先に粒になります。

そのとき、中にあった磁鉄鉱<sup>じてっこう</sup>は、生まれた場所の地球磁石の方向を向いて磁石になってしまうのです。

ですから、岩石全体としては、生まれた場所の磁石の方向を記録するのです。磁石の方向を記録された岩石は、磁石の〈化石〉として永久に残ります。このようにして、岩石には、生まれた場所の伏角が記録されているのです。

### 【やってみよう】

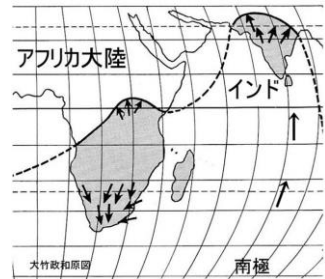
磁鉄鉱という鉱物に、方位磁石を近づけてみましょう。  
N極、S極を見つけてみましょう。



## ウェーゲナーの説と一致

ウェーゲナーが示した氷河跡の地図をもう一度見てみましょう。ウェーゲナーも〈インドが南極近くでできたにちがいない〉と考えていたのです。

イギリスの研究者たちの磁石の研究とウェーゲナーの研究とはみごとに一致したのです。



## ヒマラヤ山脈も大陸移動のおかげ

インドの北側にヒマラヤ山脈があります。そこには、マナスルやエベレスト(チョモランマ)という標高 8000m 級の山々がそびえ立っています。

しかも、そんなにも高いヒマラヤ山脈の山々から、海でできた貝の化石が見つかるのです。



これは、かつてはヒマラヤ一帯は海であった証拠です。しかし、〈どうして、かつて海底だったところがこんなにも盛り上がって高い山脈になったのか〉は、科学者の中でも長い間の謎でした。今、科学者は〈インド大陸が北へ北へ動くことによって、ユーラシア大陸との間にあった海底が押し上げられヒマラヤ山脈ができた〉と考えています。現在も、一年間に約 7cm の速さでインド大陸は押し続けています。

## 第3部 プレート説のなぞとき

### 海底地形の姿は？

今度は、広い海の底に注目してみましょう。

あなたは、広い海の底はどんなふうになっていると思いますか。

海といっても、浅い海や深い海、内海や外海などいろいろあります。今回は広い海の底を想像してみましょう。

#### 【問題4】

ここに、大西洋をはさんだ地図があります。

大西洋の底は、どんな形になっていると思いますか。海水のない姿を想像して、予想してみましょう。



予想

- ア. どこもほとんど平らである
- イ. 長く連なる山や谷がある
- ウ. ところどころに富士山のような山がある
- エ. そのほか

みんなの考えをだしてみましょう。



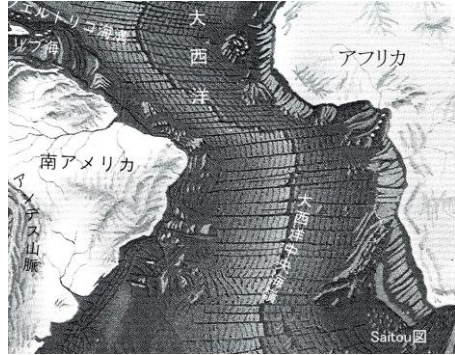
## 海底にも大山脈

「おやっ！大西洋のまん中に巨大山脈があるぞ」

第二次世界大戦の時、大西洋の海底調査をしていたアメリカの研究者は自分たちの目をうたがいました。

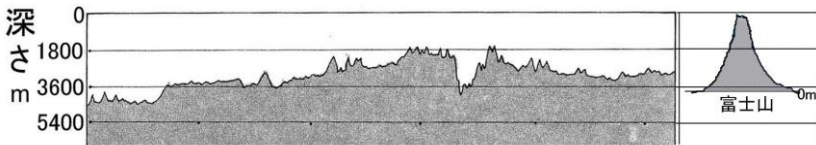
「すごい山脈だ。山脈が海底にあるなんて」と研究者は驚きました。

海底のまん中に巨大な〈山脈〉が南北に続いているのです。

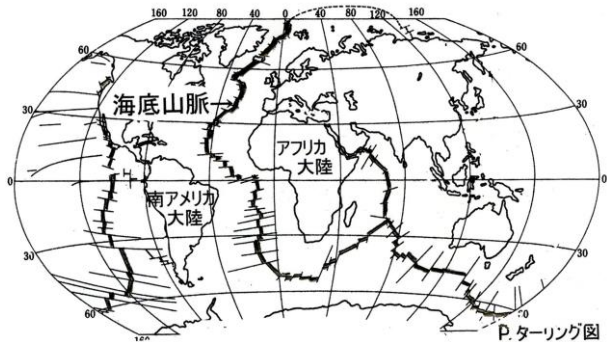


これは長い海底山脈なので〈海嶺〉と名づけられました。

小島原図↓



この海底山脈は世界の海をとりまいているのです。インド洋や太平洋にもつながっています。



### 【やってみよう3】

上の地図の海底山脈（太線）を色鉛筆でたどってみましょう。

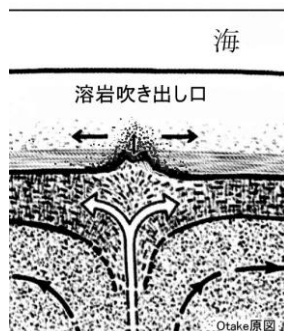
## 溶岩を吹き出す海底山脈

アメリカの科学者は海底山脈付近のようすをさらにくわしく調べました。すると、海底山脈付近ではなにやらさかんに海水がわき上がっているところがあるのです。

そこを調べてみると場所によってはどろどろの溶岩が流れ出たり，熱い水がわき上がったりしているのです。中央の吹き出し口からは溶岩を吹き出していることもわかりました。

これは陸地の火山と同じです。

陸地の火山は大きく噴火しますが，海底では海水の力でぐっと押さえられてしまいます。ですから，地上のように大きく吹き上げないのです。ここで吹き出した溶岩はどんどん横に流れていくのです。海底山脈のほとんどは，こうしてできた海底溶岩によってできたものです。



### 【問題5】

海底に溶岩を吹き出している所があるのなら，海底には沈んでいる所もあるのでしょうか。

予想

- ア. 海底が沈んでいる所もある
- イ. 海底が沈んでいる所はない
- ウ. そのほか

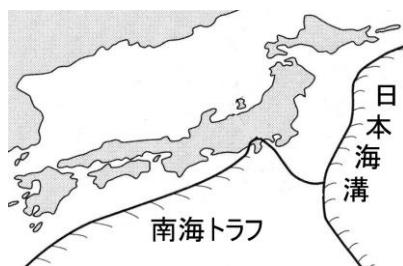
あなたはどのように思いますか。

## 海底の深い溝

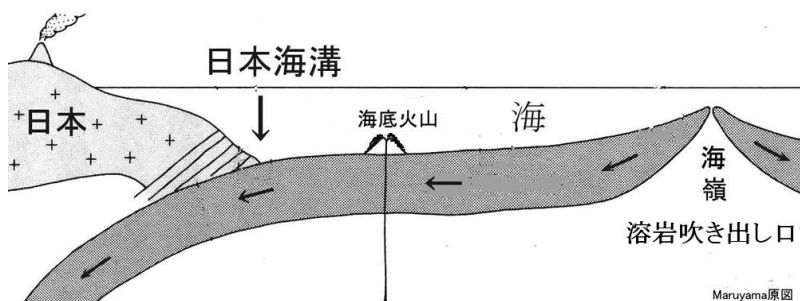
世界中の海底を調べてみると、溶岩が吹き出している〈海嶺<sup>かいれい</sup>〉のほかに、急に深い溝になっている場所があります。深さ 7000～8000m の深い溝を科学者は〈海溝<sup>かいこう</sup>〉と言っています。

日本列島の東には「日本海溝<sup>かいこう</sup>」と名付けられている深い溝があります。また、南の沖には「南海トラフ<sup>かいこう</sup>」と呼ばれている溝があります。

科学者は、この海溝<sup>かいこう</sup>やトラフでは遠い海からやってきた海底が、日本列島の下にだんだんともぐりこんでいると予想しています。



鎌田浩毅原図



Maruyama原図

丸山茂樹著原図より補正

海嶺<sup>かいれい</sup>で溶岩などによってつくられた海底の岩石は、ゆっくりゆっくり海底を進み、海溝<sup>かいこう</sup>やトラフでふたたび地下にもぐりこんでいるということです。

それでは、このような海溝<sup>かいこう</sup>や海嶺<sup>かいれい</sup>は世界の海のどのあたりにあるのでしょうか。(トラフも海溝の一部とします)

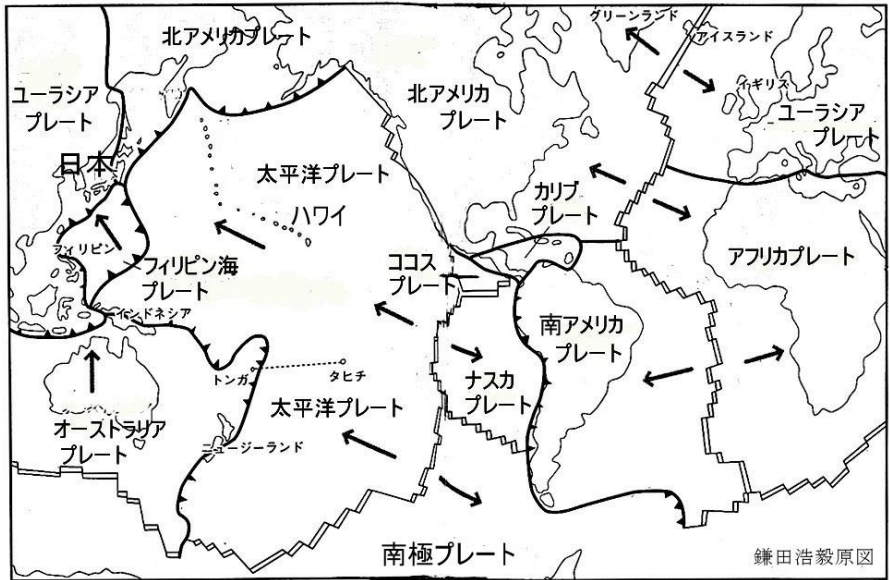
# 世界の海溝と海嶺

世界中の海溝と海嶺を図に示すと下のようになります。  
 ㄐ部分が海溝です。ㄒ部分が海嶺です。

地球はいくつかの板に分かれるように見えませんか。  
 科学者もそのように思いました。そこで科学者は、この板のことを〈プレート〉と名づけました。〈プレート〉というのは〈板〉という意味です。

長い間の観測の結果、このプレートは矢印の方向に少しずつ動いていることがわかっています。

## 世界のプレート



→ プレートが動いている方向

### 【やってみよう 4】

上図のㄒを赤色、ㄐを青色でたどってみましょう。

【付図 3】にこの図の拡大図があります。

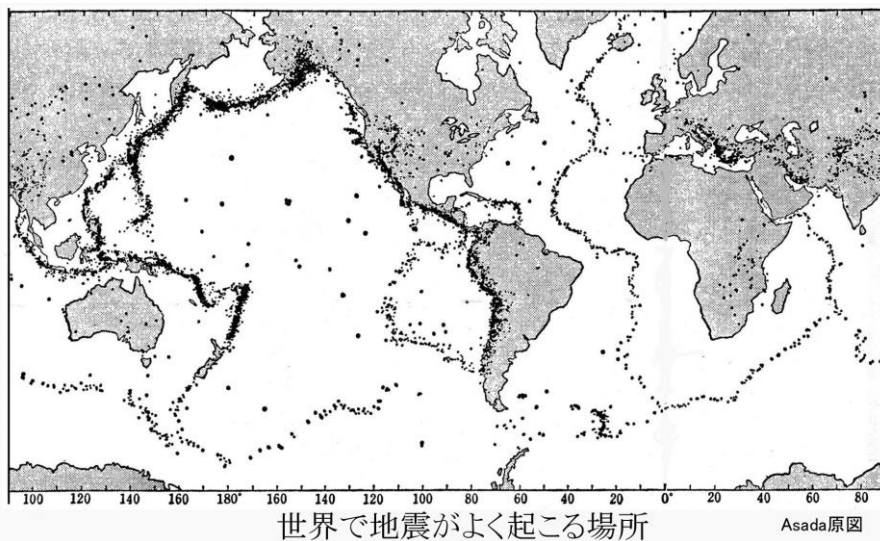
## プレート境界と地震

世界で地震がよく起きている場所を調べている科学者もいます。世界で地震がよく起きているのは地球上のどのあたりだと思いますか。

世界で地震が多く起きている場所を地図に入れてみると下の地図のようになります。日本はどこでしょうか。

前ページのプレート地図と比べてみるとどうでしょう。

前ページの図と見比べてみると、地震の多い地域はプレートの海溝かいこうや海嶺かいれい付近であることがわかります。なかでも海溝かいこう付近が特に多いことがわかります。



### 【やってみよう5】

【付図4】にこの図の拡大図があります。【付図3】の「世界のプレート地図」と重ね合わせてみましょう。うまく合うでしょうか。

## プレートが日本に押ししている？

【付図3】の「世界のプレート地図」と【付図4】の「世界で地震がよく起こる場所」とはうまく重なりあっています。

では、なぜ地震がプレートとプレートとの境界付近でよく起きるのでしょうか。

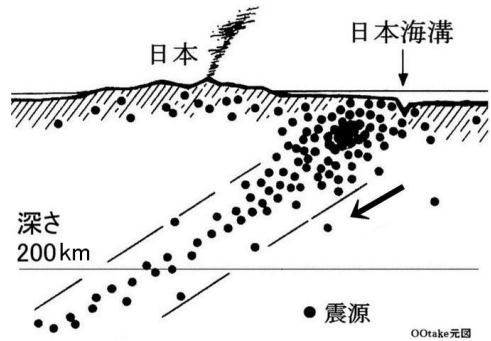
プレートとプレートとの境界の一つである〈海嶺〉<sup>かいれい</sup>付近は、〈火山〉の噴火が起きているので地震が多いことは予想されま  
す。では、〈海溝〉<sup>かいこう</sup>でもなぜ地震が多く起きるのでしょうか。

科学者は

「〈海溝〉<sup>かいこう</sup>では一方のプレートが片方のプレートを押ししているからだ。押す力がたまってたまって、その力がはじけるときに地震が起きるのだ」と考えました。

日本の科学者はこのことを確かめるために、日本海溝付近のどこで地震が起きているのか調べました。

すると、右図の通りでした。これで、「太平洋プレートが、日本列島に向かって押ししている」という考え方をより強めることになったのです。



しかし、深い海の底のことです。本当に海のプレートが日本に押ししているのか、だれも見ることがありません。

「あとは、太平洋プレートが日本に押しつけている証拠が見つ  
かれば、もう〈プレート移動説〉はまちがいない真理だ」と科学者は思いました。

## 〈ぼくの生まれ〉は南の海

1976年、長い間アメリカでの研究生生活を終えて日本に帰ってきた地質学者がいました。平朝彦(タイラ アサヒコ)さんです。日本に帰ってたまたま高知大学に勤めたのです。

平さんは、日本での研究はじめに、高知大学近くの海岸にある地層を学生たちと調べ始めました。

「どうもここの地層がつながっていないね。ふつう、地層というのはずっと横につながっているのだが」

平さんは、高知の地層が、あっち向きこっち向き、ばらばらの形でちがった種類の岩石が出てくるのが不思議でした。

「先生、このあたりではぺたんとした溶岩ようがんのような岩をときどき見かけますよ」

平さんは高知で初めて見る岩です。

よく見るとやはり溶岩ようがんです。

溶岩というのは火山の噴火の時にできるものです。でも、ここの溶岩ようがんは丸く押しちぢめられた形をしています。

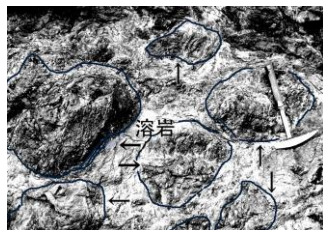
この溶岩ようがんは、流れ出した時に海水に押しちぢめられてだ円形に押しちぢめられたものです。これは、海底火山の溶岩の特ちょうなのです。

「海底で出来る溶岩ようがんがなぜこんな高知の海岸にあるのか」

平らさんは疑問に思いました。

「先生、とても硬いチャートもありませんよ」

「チャートも見つかったのか」

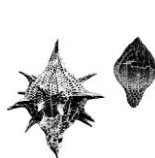


海底でできた溶岩（高知）



チャートの地層（高知）

チャートは小さな<sup>ほうさんちゆう</sup>放散虫 という海の生き物の<sup>から</sup>殻  
が海底で静かに積もってできた岩石です。放散虫  
という生き物は深い静かな海の中にたくさんいる  
のです。

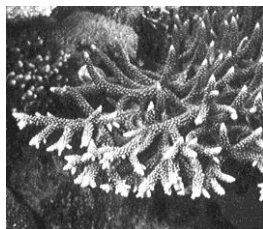


放散虫

0.5mm

「深い海の底で出来たチャートもここにあるのか」  
平らさんにはますます謎が増えてきました。

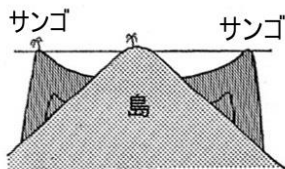
「先生、<sup>せつかいがん</sup>こんどは石灰岩が見つかりました。  
<sup>せつかいがん</sup>石灰岩と言ったら、海のサンゴ礁ででき  
た石ですよ」



サンゴ（沖縄）

「石灰岩も見つかったのか。石灰岩はサン  
ゴ礁でできるのだから、はるか沖合の暖  
かい海でできた石だね」

平さんは高知の岩石の謎がだんだんと  
けてきました。平さんは学生に話しまし  
た。



サンゴ礁

Honkawa

「みなさん、ここの高知の海岸にある岩  
石は、みんなはるか沖合の海からやっ  
てきたにちがいないよ」

「ここで、見つかった岩石はみんな南の海でできたものだ。と  
うてい、今の日本列島でできたものとは思えない」

「では先生、太平洋のプレートにのって、これらの石は高知の  
海岸にたどりついたということですか」

「そうだよ。わたしもそう考えるよ」

「これはすごい発見だ。プレートが日本に押し寄せている証拠  
になるよ」

平さんたちは、高知の海岸で見つけた<sup>ようがん</sup>溶岩やチャートに残っ  
ている地球磁石の伏角も調べました。すると、それらの岩石は

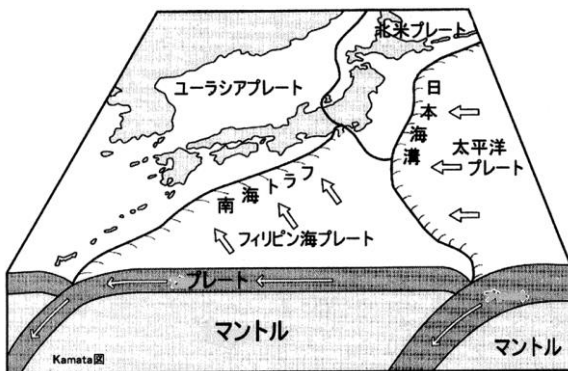


今の日本よりはるか遠い太平洋上の海でできたことが明らかになりました。

ここで、もう一度、日本近海のプレートの位置を見てみましょう。

日本には太平洋プレート、フィリピン海プレートが押ってきています。

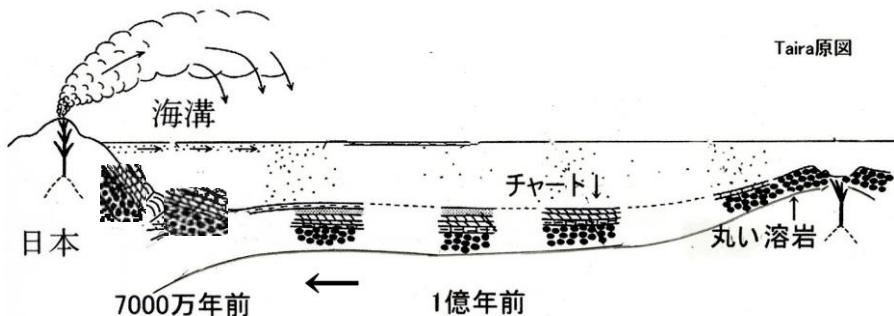
大昔、太平洋の海で生まれたいくつもの岩石は、二つのプレートにのって日本にたどりついたのです。



鎌田浩毅原図

高知県の海岸で発見された岩石は〈プレート説を目で確かめられる証拠品〉となったのです。以後〈プレート移動説〉は、日本でも多くの科学者に受け入れられることになったのです。

高知県で発見された南の海の岩石は、今では、日本列島のほとんどで見つかっています。日本列島全体が、太平洋の海で生まれた岩が元になっていることもわかっています。



## プレートはなぜ動くのか？

1912年にドイツのウェーゲナーは〈大陸移動説〉を唱えました。その後も研究を重ねて、ウェーゲナーは大陸の動いた証拠をたくさん集めました。

しかし、〈そもそも大陸を動かす力はどこから起きてくるのか〉という根本問題に答えることはできませんでした。

今では「地球の表面をおおっているプレートが動いている。だからプレートに乗っている大陸もプレートの動きとほぼ一緒に動いている」と考えられています。



### 【問題6】

それでは、地球表面をおおっているプレートは何がもとで動いていると思いますか

予想

- ア. 地球の自転によって動いている
- イ. 地球磁石によって動いている
- ウ. 地球内部の動きにつれて動いている
- エ. そのほか

あなたはどのように思いますか。

## ちかく 地殻の厚さ

【問題6】の答えは、ウ. です。プレートは地球内部の動きにつれて動いているということが、最近の研究でわかってきました。

プレートが何が原因で動いているのか話す前に、地球の中がどのようなになっているのか先にお話しましょう。

科学者は、地震の波などをくわしく観測して地球の中の様子を調べたのです。

それによると、地球は四つの層に分かれていることがわかっています。科学者は地球の表面から〈地かく〉〈マントル〉〈核〉〈<sup>ないかく</sup>内核〉と名付けています。

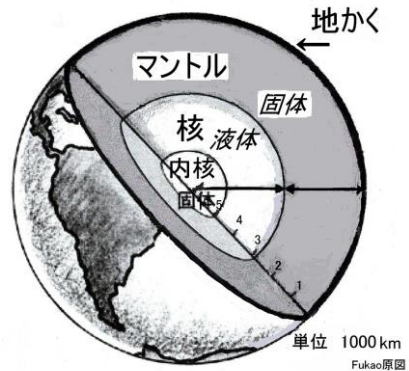
右の図を見てみましょう。

〈地かく〉というのは地球表面のいちばん外側の層です。わたしたちがよく見る山や川はこの地かくの変化した姿です。地球全体から見るととても薄い層です。

〈地かく〉の内側にある〈マントル〉は固体になっています。

場所によっては液体のような動きをすることもあります。おもに岩石でできています。

〈マントル〉の内側は〈核〉と呼ばれています。〈核〉は鉄やニッケルなど重い物質がたくさんあります。高温によって液体になっています。〈内核〉はまた個体になっています。

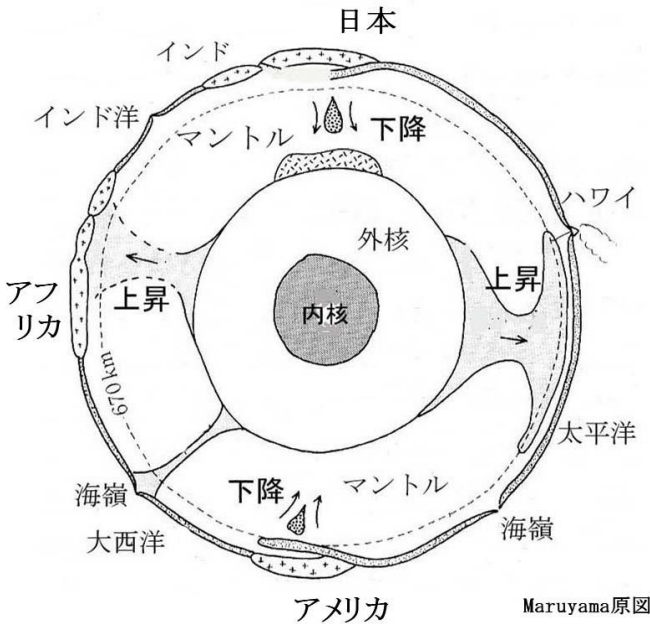


## マントルの中をのぞく科学者

〈地球表面のプレートがゆっくり動いている〉ことがわかった科学者は、新たな疑問を持ち続けていました。果物で言えばリンゴの皮のように薄いプレートがなぜ動くのかという疑問です。

<sup>かいえい</sup>海嶺ではどのようにして熱いマグマが吹き上がってくるのか、<sup>かいこう</sup>海溝で沈み込んだプレートはどこへ行くのだろうか、このような疑問を解決しようと、名古屋大学の研究者たちは地震の波でマントル内の温度をくわしく調べたのです。地震の波はマントル内のわずかな温度の変化も記録したのです。

科学者は、マントル内部の温度のちがいがから、およそ下の図のようにマントルが動いていることを見つけました。



## マントルは個体？ 液体？

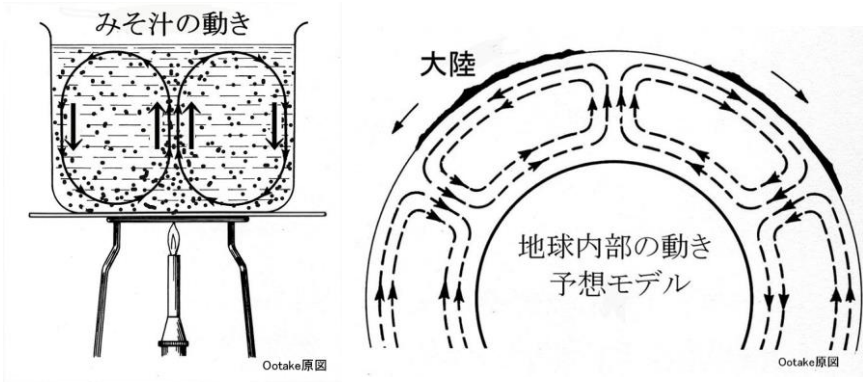
前頁の図をもう一度見てみましょう。

マントルは長い時間でみると、場所によって上下に動いていることがわかります。マントルは全体としては固体ですが、地球の熱によってゆっくりと横にも動いているのです。

マントルが動くとき当然、上に乗っているプレートも動くではありませんか。

### 【見てみよう】

マントルの動きのモデルを、みそ汁（またはコーヒーのガラ）の入った透明の器を火で温めて見てみましょう。みそ汁はおおよそ下図のように、ゆっくりと動きます。温度のちがいによってみそ汁は上に下にと動くのです。



地球表面の動きが、熱によっておこる上下運動がもとだとすると、原子の動きによって地球も動いていることとなります。ウェーゲナーの大陸移動説も、プレートが動くという説も、やっと〈原子の目〉で説明できるようになりました。

## 地球は固い？

〈地かく〉の厚さは海底部ではほんの5~6Kmなのです。

36 ページの図でいえば0.1mm ぐらいのうすさです。そんな薄い膜で地球の表面はおおわれているのです。

〈地かく〉の下にある〈マントル〉部分は固体になっていますが、〈マントル〉の下部は少し軟らかくなっています。

さらに、〈マントル〉の下にある〈核〉は液体になっています。ですから、地球全体を見ると、地球は軟らかい球になっているといってもいいのです。

### 【問題7】

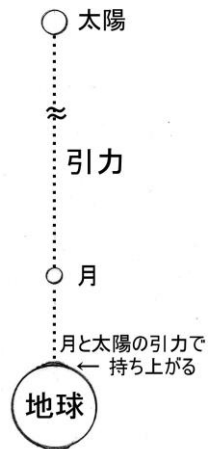
月や太陽の引力によって海水面は上がったたり下がったりしているのを知っていますか。潮しほの満ち干ともいいます。潮が引いたときに潮干狩りしほひがに行くのです。

それでは、太陽や月の引力によって上下に動いているのは海水だけでしょうか。陸地も上下に動いているのでしょうか。

あなたはどのように思いますか。

予想

- ア 陸地も上下に動いている
- イ 陸地は上下に動いていない
- ウ その他



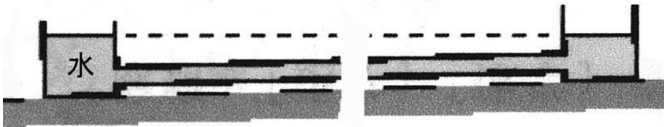
あなたの考えはどうでしょう。

## 陸地も上下に動く

1909年、イギリスのエドワード・ラブという人が、陸地も太陽や月の引力で上下に動いているのではないかと予想しました。硬い地球もゆっくりなら伸び縮みすると考えたのです。エドワード・ラブさんは、いろいろな計算の結果

「この陸地も1日に60cmは上下に動いている」と予想しました。

その後の研究で、このラブさんの計算結果はまちがいないことがわかりました。深い地下壕ごうに二つの水の入った容器を置き、その間を長いチューブでつないでも測れます。二つの水面の高さの違いで、わずかな地球の傾きも測定できるのだそうです。



水管傾斜計(両はしの水位の高さを測る)

防災科学技術研究所HP原図

もちろん60cmといっても、半日かけてゆっくりゆっくりと動いています。また、まわりの景色もみんないっしょに動いています。わたしたちがふだん何も感じないのは無理もないことです。

富士山も、わたしたちが住んでいる街も、一日に2回は60cmの幅で上がったたり下がったりしているのです。

わたしたちはゆっくりとした地球のシーソーに乗っているのです。そう思うとなんとか楽しく感じませんか。

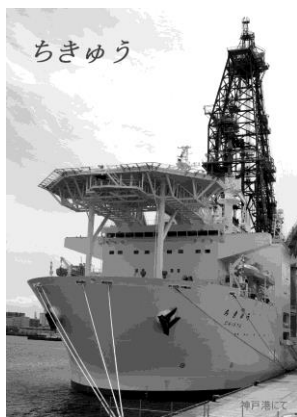
## 地球科学の未来

今、日本の地球科学者は、深海の下に7000mもの深い穴を開け、さまざまな地球の謎を解明する観測を始めています。地球のマンテルにまで穴を開けようとしています。そのための船「ちきゅう」号が2005年に進水しました。

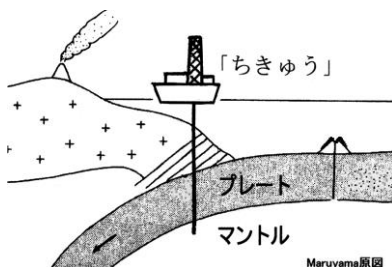
日本の〈地球観測船〉が世界の海で活躍しています。では、「ちきゅう」号で、どんなことをしているのでしょうか。

まず、深海にたまった地層を掘り出し、過去の地球の気候変化を調べたり、地球の歴史を調べています。また、<sup>かいこう</sup>海溝付近にある岩石を調べることによって、地震が発生するしきみを調べることもしています。そのほか、海底の資源調査もしています。

「ちきゅう」号で、どんな研究成果がでるか世界の科学者も注目しています。



「ちきゅう」号 (神戸港)



1915年にウェーゲナーが〈大陸移動説〉をとねえ、続いてアメリカの研究者たちが「プレートが動いている」という考えを世界に発表しました。しかし、その考えを原子の目で確かめ、確かなものにしたのは多くの日本の科学者です。

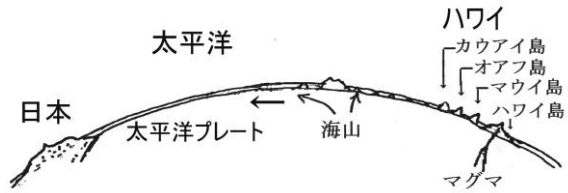
おわり



## 【ふろくの読み物1】

### ハワイも日本にやってくる

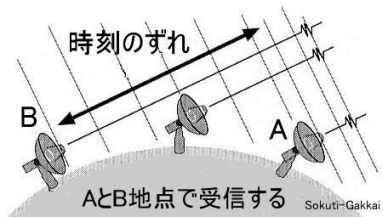
「日本とハワイとの間は1年間に約6cm近づいている」ということも今はわかっています。〈1年に6cm近づいている〉なんてどうやって測るのでしょうか。



それは、遠い遠い宇宙の電波が役立っているのです。遠い星から出ている電波を2つの地点で観測すると、2つの地点間の距離が測れるのです。

どうしてそんなことができると思いますか。

まず、A、B、2地点で遠い星からやってくる同じ電波を受信します。すると、A点とB点では、電波が届く時刻にわずかの差が生まれます。そのわずかの時刻の差を正確に読み取ります。



A地点とB地点で電波が届いた時刻の差がわかれば、A、B間の距離を計算することが出来ます。

〈陸地と陸地の距離が一年に何cmちぢんでいる〉という測定結果は、大陸がじっさいに動いている証拠です。これこそ「大陸移動説」の直接の証拠です。ウェーゲナーが生きていたらどんなにか喜んだことでしょう。

※ 現在は、衛星を使った全地球測位システム（GPS）によっても、位置測定ができるようになっていきます。

## 【ふろくの読み物2】

### ワタの種も

### 大陸移動の生き証人

世界で最初に木綿を使っていた国はどこだと思いますか。エジプトでしょうか。中国でしょうか。そのほかの国でしょうか。



モヘンジョダロ遺跡

じつは、インダス川流域で発見されたパキスタンの「モヘンジョダロ遺跡」（紀元前 2500 年頃）から、木綿の織物が発見されたのです。今から 4500 年も前です。インド半島は昔から木綿の産地として世界に知られていました。

15 世紀の終わり頃、コロンブスは〈黄金の国ジパング(日本)〉をさがしに航海に出ました。長い旅の後、やっと 1 つの島にたどり着いたのです。すると、その島の人には木綿の布を持っていたのです。コロンブスは、その島の人が着ている木綿の服を見て「インドの近くに着いた」と思ったのです。でも、じっさいには、コロンブスはアメリカ大陸の東海岸に着いていたのでした。では、どうしてアメリカ大陸の島にもワタの種があったのでしょうか。

1947 年に、ハッチンソンという科学者は「ワタの原産地はアフリカだった。そして、大陸移動の結果、アメリカ大陸とインド半島にワタの種が分かれていったのだ」と発表しました。すでに、5000 万年前に、それぞれの地にワタの品種が分かれていたということです。世界各地のワタの遺伝子(種の情報)を調べていて分かったそうです。アメリカ大陸やインド半島が、アフリカ大陸から分かれていったことがここでも確かめられたのです。

### 【ふろくの読み物3】

## オサムシたちの繁栄も大陸移動のおかげ

あなたはオサムシという昆虫を知っていますか。

カブトムシと同じ固い殻からをもった甲虫の仲間です。羽根が青緑色に光ったりして〈歩く宝石〉と呼ばれたりしています。昆虫少年あこがれの昆虫です。



このオサムシは羽根が退化していてチョウなどのように飛ぶことはできません。大きな川があるともう渡れません。でも、オサムシは世界中に1000種類もいるのです。

そこで〈いつごろ、どこで、オサムシは多くの種に広がったのか〉を研究した人がいます。日本のオサムシ研究グループの科学者たちです。世界中からオサムシを集め、世界のオサムシの遺伝子いでんしを調べたのです。そして、今のオサムシが生まれてきたルーツを探ったのです。その結果、〈オサムシの種が世界中に広がったのは大陸移動のためだ〉ということが分かってきました。

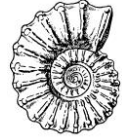
どうしてだと思いませんか。

じつは、オサムシの祖先を調べていくと4000万年前と1500万年前に一度にたくさんの種が増えていることがわかったのです。4000万年前というと、世界中にほぼ今の大陸が分かれた時代です。陸地が分かると、新しい環境が生まれ、新しい種が出てくるのだそうです。昆虫研究からも〈大陸移動説〉が確かめられたのです。

1500万年前は地球が暖かかった時代です。日本列島は8つの島々に分かれていました。そのため今も日本のオサムシは8つの種に分かれたのだそうです。写真のオサムシは北海道夕張で採取されたものです。

## 【ふろくの読み物4】

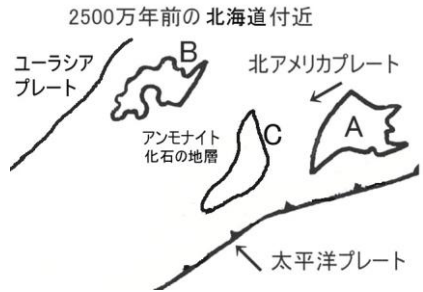
### 北海道もプレート移動の証



みなさんはアンモナイトという化石を見たことがありますか。アンモナイトは約1億年前、温かい海に棲んでいました。それが、7000万年前に地球上からいなくなつてしまいました。

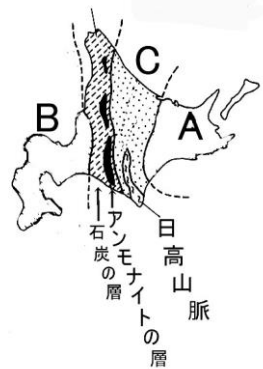
そのアンモナイト化石が北海道の山の中からたくさん出てくるのです。どうしてだと思いますか。

2500万年前の北海道の姿をまず見てみましょう。右の図です。



2500万年前、北海道らしい姿はどこにもありません。2500万年前の北海道付近は、北アメリカプレートの上に三つのぼらぼらの島(A,B,C)があったのです。

その後、北アメリカプレート、太平洋プレートがユーラシアプレートにぶつかり三つの島は合体したのです。



このとき、島と島に押されて山脈もできました。それが現在の日高山脈や夕張山地だということです。また、島の周りには1億年前のアンモナイト化石の地層がありました。そのアンモナイトの地層もはさみこんで北海道が合体したということです。

北海道誕生物語は、インド大陸に押されてできたヒマラヤ山脈誕生物語と同じです。どちらも〈プレート移動の証〉なのです。

## 【ふろくの読み物5】

### シーラカンスは大陸移動の生き証人

あなたはシーラカンスをテレビなどで見たことがありますか。

シーラカンスは、4億年前に現れて、その後6500万年前には絶滅したと考えられていました。しかし、1938年にアフリカ沖の海溝で生きたシーラカンスが見つかり、その後、インドネシア沖の海溝でも別の種類が見つかっています。

シーラカンスは魚の形をしていますが、魚とは体の骨組みが大きく違います。図のように、ヒレに当たる部分に太い骨があることです。人間の腕のような作りをしています。また、チューブ状の管が背骨の代わりをしています。

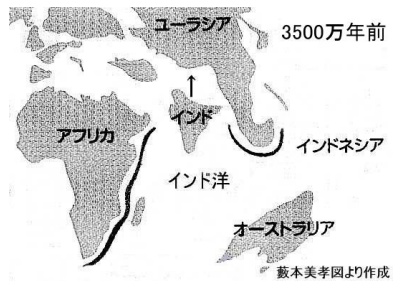
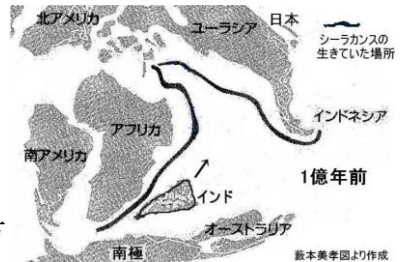
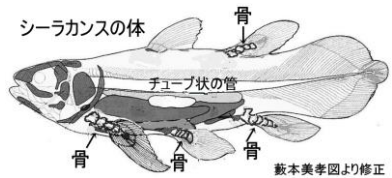
科学者は、アフリカ沖とインドネシア沖の海溝にすんでいるシーラカンスの進化のようすを調べました。

すると、この二つの種類は、3500万年前に分かれたことがわかりました。

1億年前にシーラカンスが生きていた海溝が、インド大陸によって二つに分けられたのだと科学者は考えました。

シーラカンスがアフリカ沖とインドネシア沖で別々にくらしているうちに、別の種になってしまったのだと科学者は考えています。

シーラカンス



## 【作ってみよう】

## かんたん<sup>ふっかくけい</sup>伏角計

地球磁石が、地球の内側から引っ張っているようすだけなら、100円ショップなどで売っている方位磁石で見ることができます。

みなさんも作ってみましょう。

### 〈用意するもの〉

方位磁石（100円ショップで買えるもの）

厚紙 8.5cm×10cm の大きさ

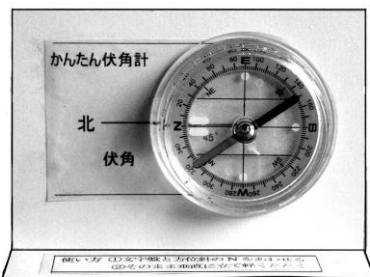
（菓子箱などの厚紙を利用してもいい）

木工ボンド、両面テープ

### 〈完成品〉

写真のように、L字型の厚紙を作り方位磁石を貼り付ければよい。方位磁石が垂直になった状態が保たれるようにする。

底 2cm→



横 10cm, 高さ 6.5cm

### 〈作り方〉

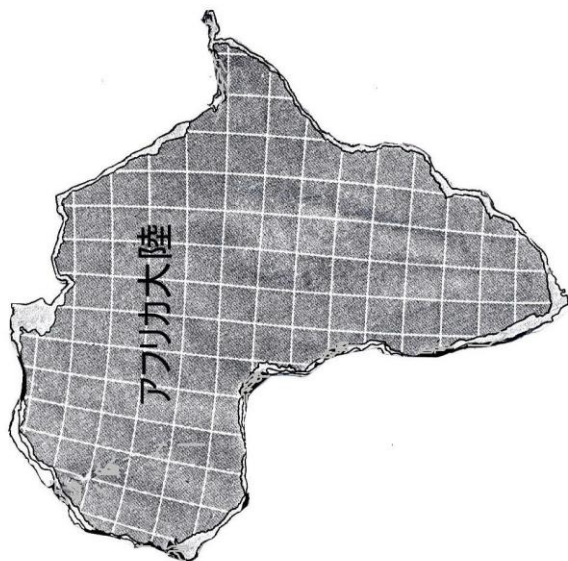
方位磁石を N, S 水平にして、両面テープで紙にはりつける。

（だいたい図のような位置に来るようにはる）

### 〈伏角の見つけ方〉

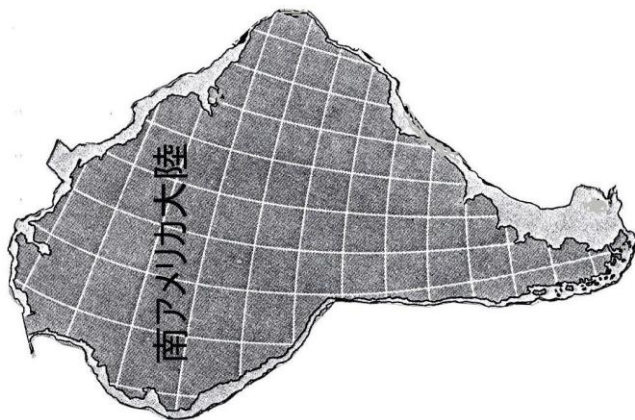
1. 初め、方位磁石を平らにして N 極を文字ばん N（北）と合わせる。
2. そのままの状態でも E 側を上にして、方位磁石をほぼ<sup>すいちよく</sup>垂直に立てて、方位磁石をトントンと軽く<sup>ふっかく</sup>たたく。
3. 方位針の N が下がった角度が<sup>ふっかく</sup>伏角である。

【付図1】 切り抜き(投影)用大陸地図



外側の線に沿って切ります。  
外側の線は大陸棚を入れた線です。

パトリック・M・ハーレー図『別冊サイエンス』1973より



二つの大陸を切り抜いて海岸線を合わせてみましょう。  
片方を切り抜いて、もう片方に近づけてもいいです。

【付図2】 磁石の極移動 今と昔



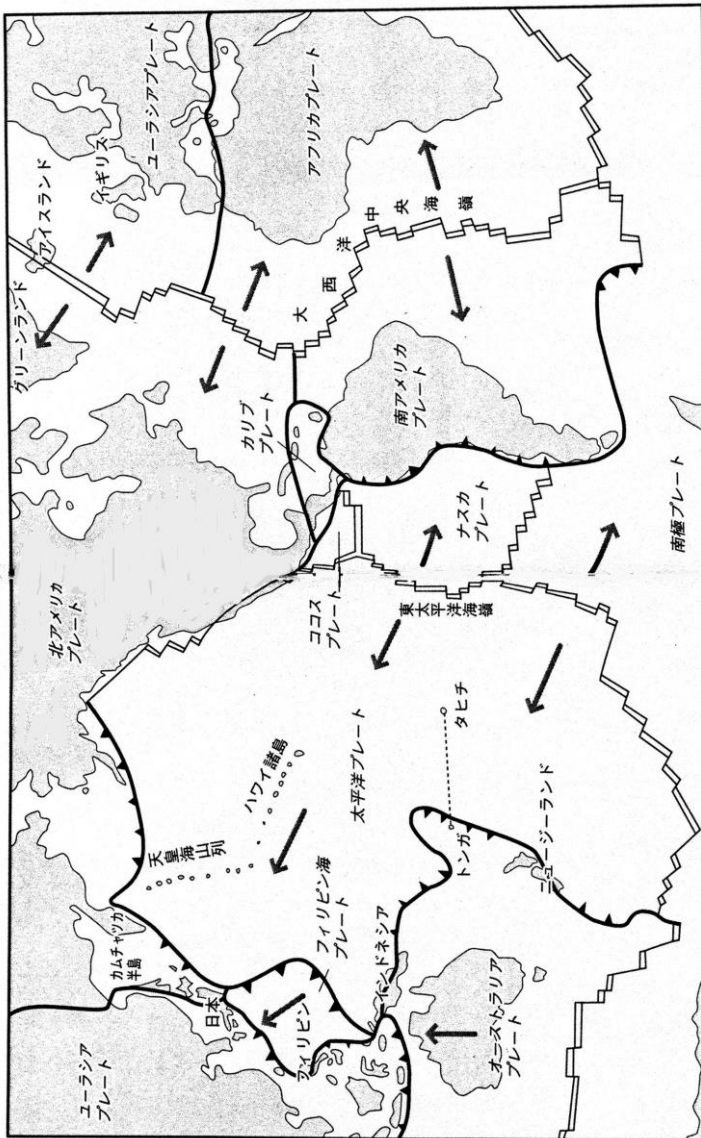
竹内均・上田誠也原図

合わせ方

1. この地図を2枚重ねる（友だちと合わせるとよい）。
2. 〈今〉の位置を中心にして、一方の地図を回転させ、極移動曲線が一本になるように合わせてみる。
3. 北アメリカ大陸はどこまで動くだろうか。



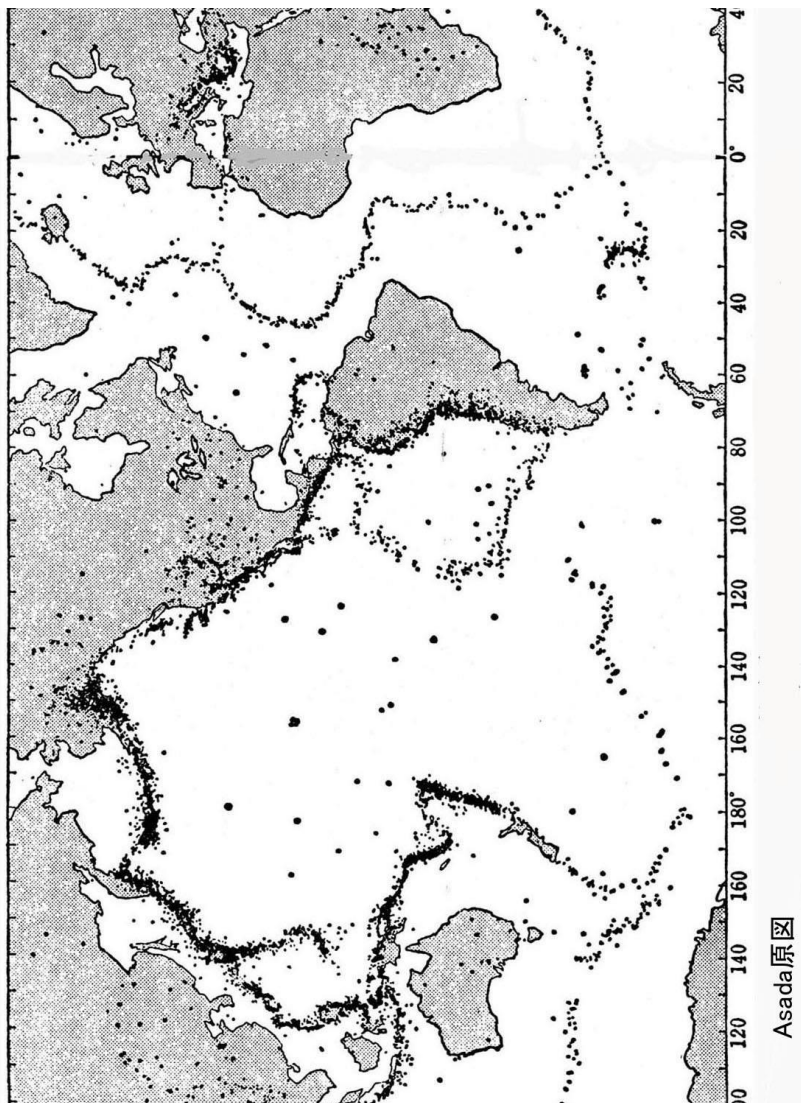
【付図3】 世界プレート図（投影用）



Kamata 図

OHP などの透明シートにコピーして、投影中に次ページの地図と合わせます。

【付図4】 地震がよく起こる場所（投影用）



OHP などの透明シートにコピーして、投影中に前ページの地図と合わせます。

【付図5】 日本ふっかくの伏角地図

