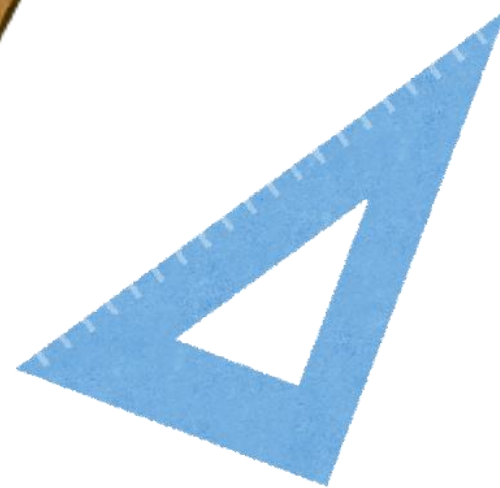




# 身の回りの量

## 第3講 基礎科学

# 前回の授業

---

自分の体はものさし

指の大きさ：1 インチ

足の大きさ：1 フィート

親指から人差し指の長さ  $\times 2$  : 1 尺

みんなの1歩は何mだった？

**自分の体をものさしにすれば、いろいろなものの長さが分かる**

**次は何の長さを測ってみましょうか？**

# 自分の体をものさしにすれば、いろいろなものの長さが分かる

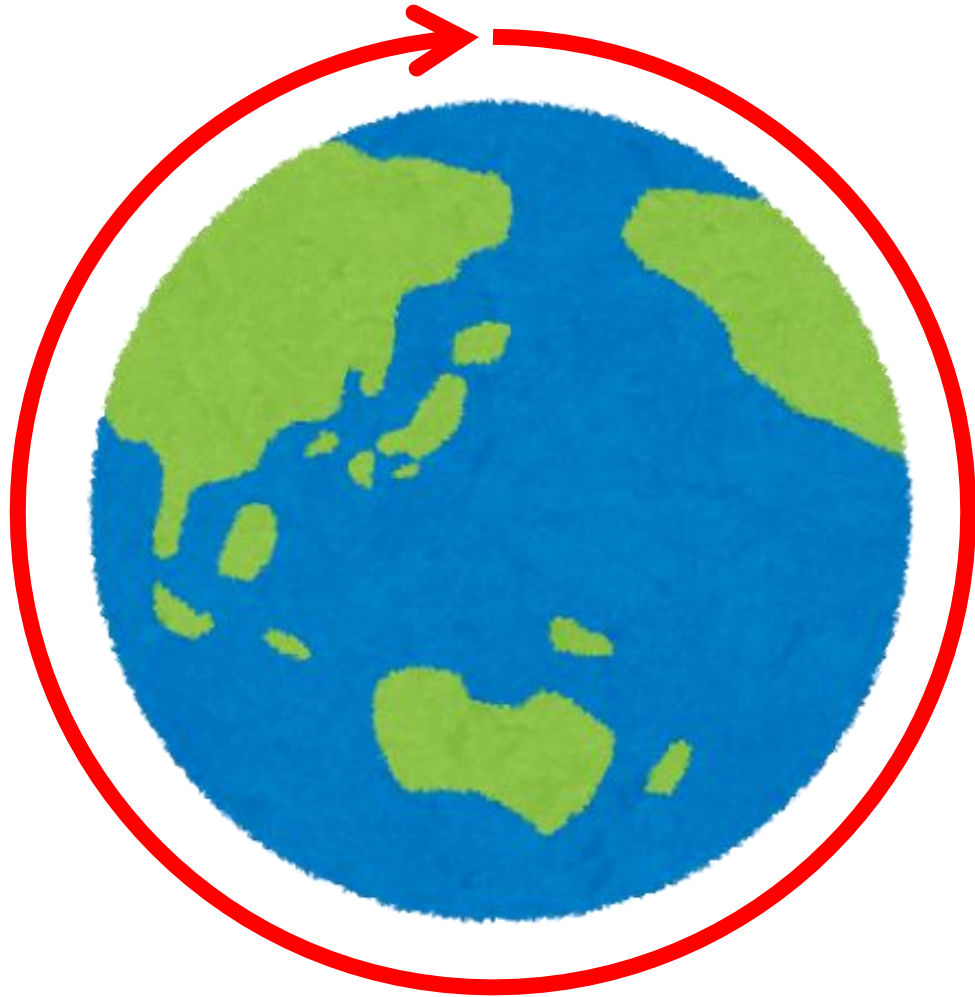
次はこれの長さを測ってみましょう



# 自分の体をものさしにすれば、いろんなものの長さが分かる

次はこれの長さを測ってみましょう

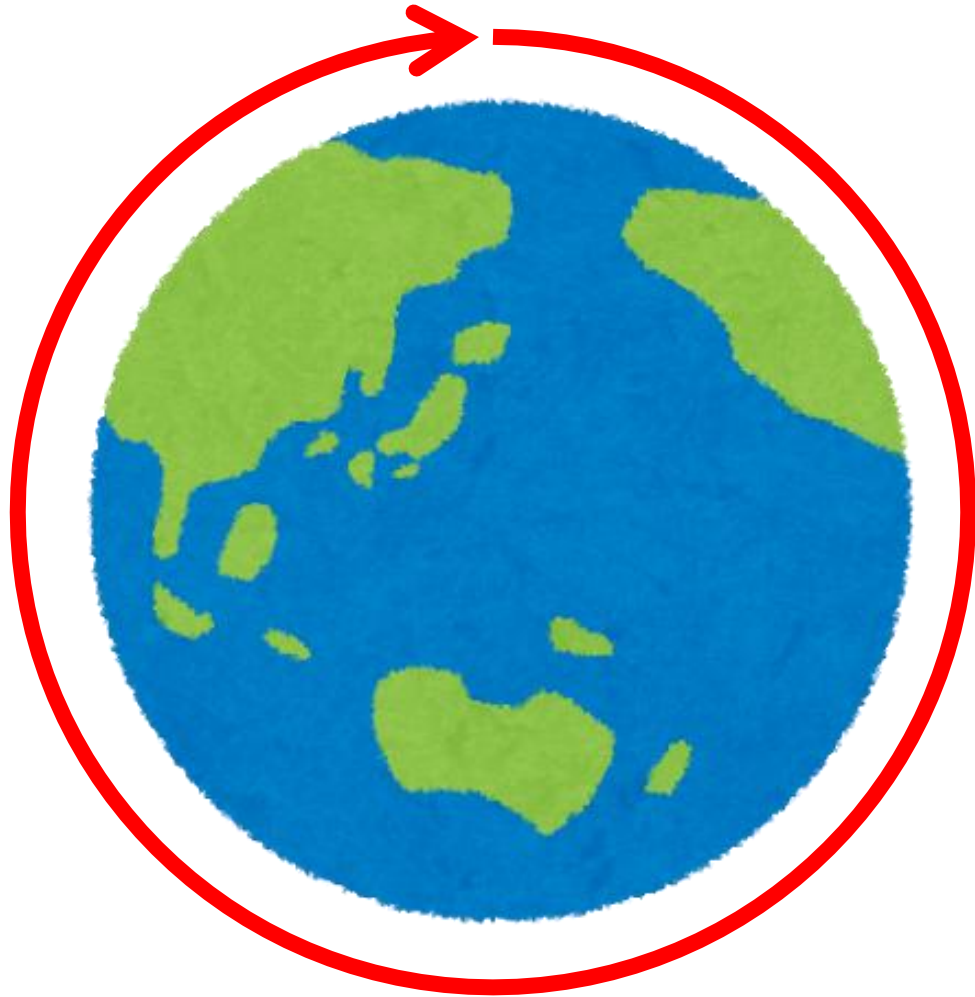
地球1周って  
何メートル？



# 自分の体をものさしにすれば、いろんなものの長さが分かる

次はこれの長さを測ってみましょう

地球1周って  
何メートル？



何をものさしに  
したら測れる...？

# 自分の体をものさしにすれば、いろんなものの長さが分かる

次はこれの長さを測ってみましょう



地球1周って  
何メートル？

実はなんと...



# 自分の体をものさしにすれば、いろいろなものの長さが分かる

次はこれの長さを測ってみましょう



地球1周って  
何メートル？

歩けば  
測れる！



# 地球 1 周の長さを歩いて測ろう！

流石に地球 1 周は歩けない...



# 地球 1 周の長さを歩いて測ろう！

流石に地球 1 周は歩けない...

⇒地球 1 周は歩かなくても、地球の長さは測れる！

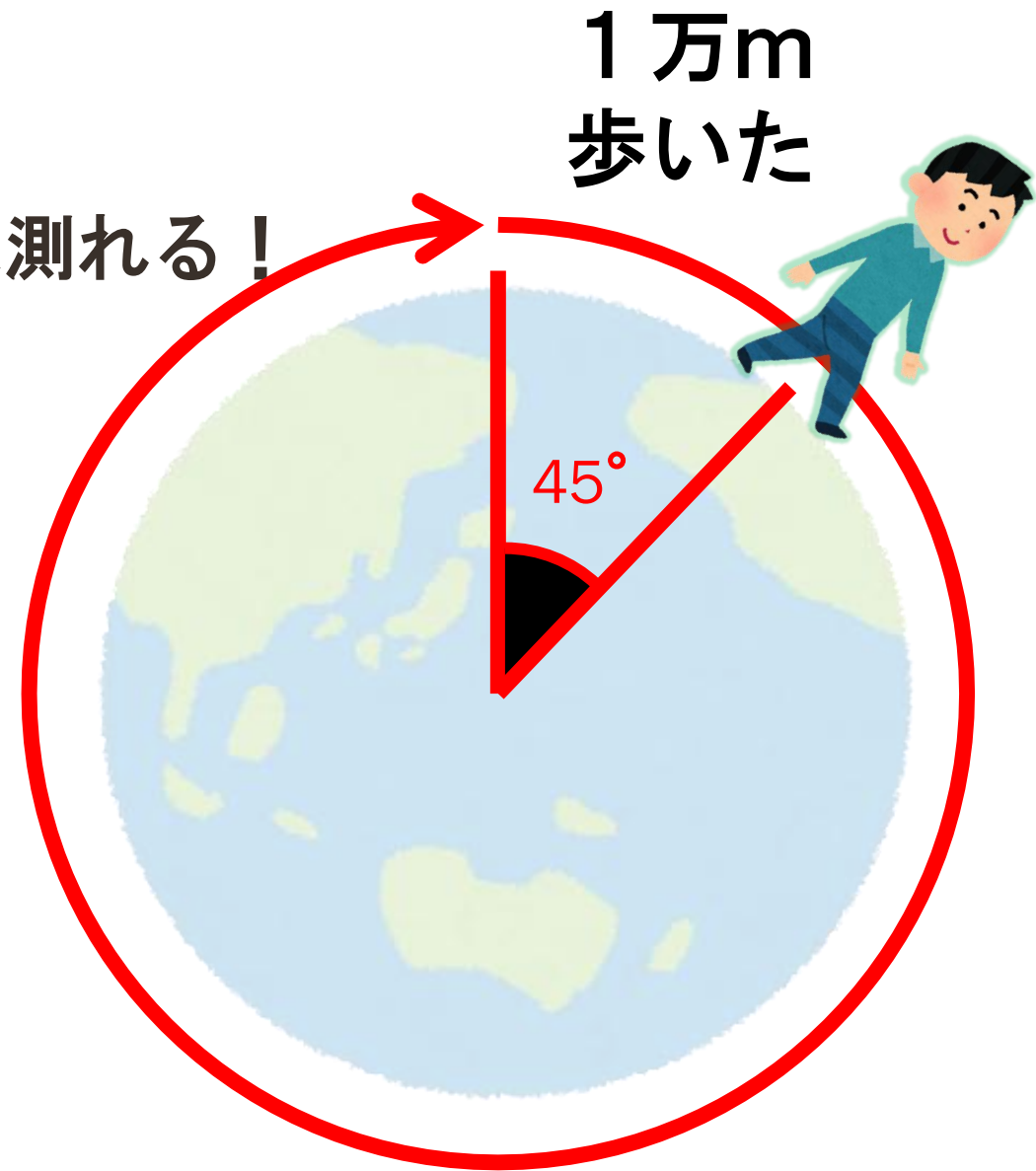


# 地球 1 周の長さを歩いて測ろう！

流石に地球 1 周は歩けない...

⇒地球 1 周は歩かなくても、地球の長さは測れる！

地球は球なので、  
地球**何度分**歩いたかが分かれば、  
地球の 1 周の長さが出せる！

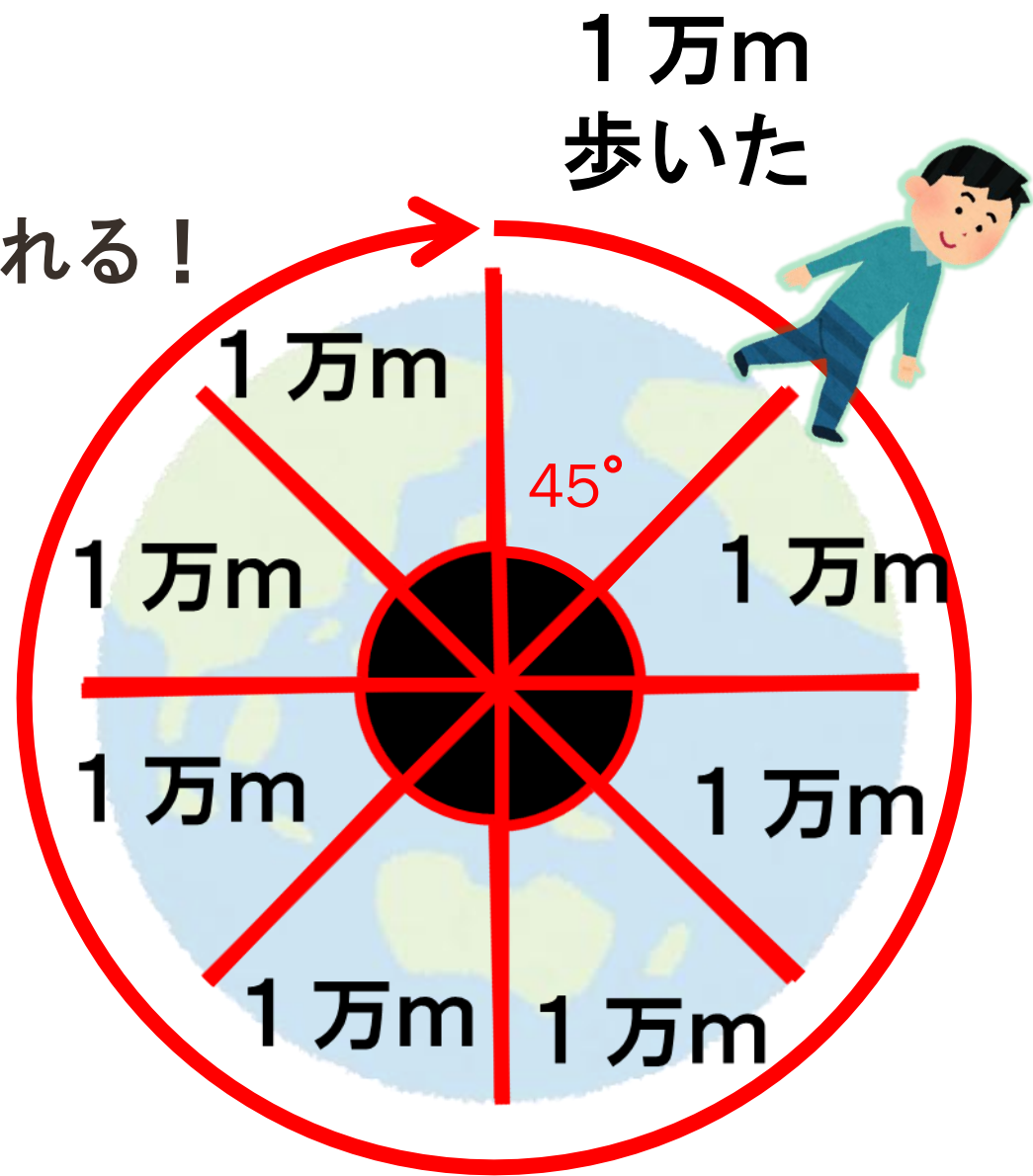


# 地球 1 周の長さを歩いて測ろう！

流石に地球 1 周は歩けない...

⇒地球 1 周歩かなくても、地球の長さは測れる！

地球は球なので、  
地球**何度分**歩いたかが分かれば、  
地球の 1 周の長さが出せる！



# 練習問題を解いてみよう！

---

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$30 \text{ km} \div 30^\circ =$$



# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$30 \text{ km} \div 30^\circ = 1 \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$30 \text{ km} \div 30^\circ = 1 \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

<地球一周は $360^\circ$ >

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$30 \text{ km} \div 30^\circ = 1 \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

<地球一周は $360^\circ$ >

$$1 \text{ km} \times 360^\circ =$$

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$30 \text{ km} \div 30^\circ = 1 \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

<地球一周は $360^\circ$ >

$$1 \text{ km} \times 360^\circ = 360 \text{ km} (360^\circ \text{ で})$$

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

<地球一周は $360^\circ$  >

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$50 \text{ km} \div 14^\circ =$$

<地球一周は $360^\circ$  >

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$50 \text{ km} \div 14^\circ = \frac{50}{14} \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

<地球一周は $360^\circ$  >

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$50 \text{ km} \div 14^\circ = \frac{50}{14} \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

<地球一周は $360^\circ$ >

$$\frac{50}{14} \text{ km} \times 360^\circ =$$



## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$50 \text{ km} \div 14^\circ = \frac{50}{14} \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

<地球一周は $360^\circ$ >

$$\frac{50}{14} \text{ km} \times 360^\circ = 1285.7 \text{ km}$$

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法 <何kmあるいたら、 $1^\circ$  分歩いたことになる？>

$$50 \text{ km} \div 14^\circ = \frac{50}{14} \text{ km} (1^\circ \text{ で})$$

<地球一周は $360^\circ$ >

$$\frac{50}{14} \text{ km} \times 360^\circ = 1285.7 \text{ km} \doteq 1286 \text{ km}$$



# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$30 \text{ km} : 30^\circ =$$

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$30 \text{ km} : 30^\circ = x \text{ km} : 360^\circ$$

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$30 \text{ km} : 30^\circ = x \text{ km} : 360^\circ$$

$$30x = 30 \times 360$$

# 練習問題を解いてみよう！

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$30 \text{ km} : 30^\circ = x \text{ km} : 360^\circ$$

$$30x = 30 \times 360$$

$$x = 360 \text{ km}$$



## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$50 \text{ km} : 14^\circ = x \text{ km} : 360^\circ$$

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$50 \text{ km} : 14^\circ = x \text{ km} : 360^\circ$$

$$14x = 50 \times 360$$

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$50 \text{ km} : 14^\circ = x \text{ km} : 360^\circ$$

$$14x = 50 \times 360$$

$$x = 1285.7 \cdots \text{ km}$$

## 問題②の解説

問題①：30km歩いたら、 $30^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

問題②：50km歩いたら、 $14^\circ$  歩いていた。地球の大きさは？

計算方法＜比例式を使おう＞

$$50 \text{ km} : 14^\circ = x \text{ km} : 360^\circ$$

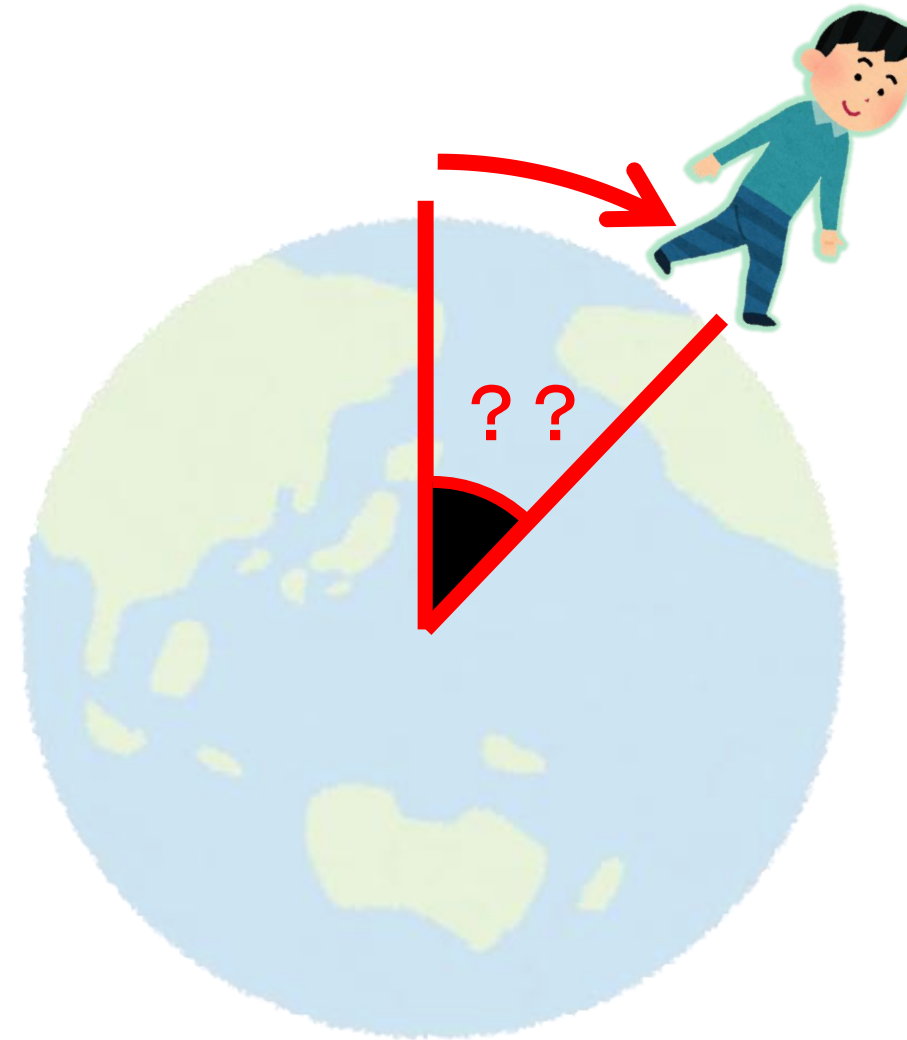
$$14x = 50 \times 360$$

$$x = 1285.7 \cdots \text{ km} \doteq 1286 \text{ km}$$



# 地球 1 周分の長さを歩いて測ろう！

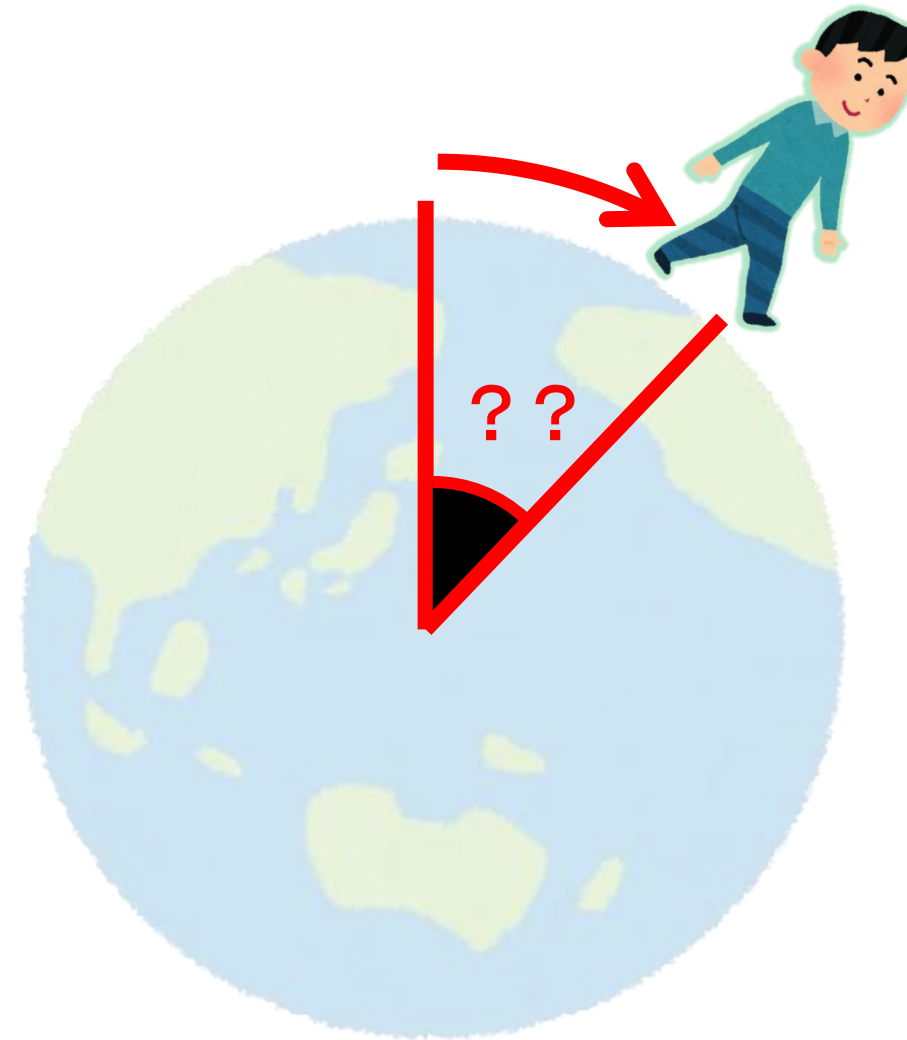
自分が**何m歩いた**ときに、地球**何度分歩いた**かが分かれば  
地球 1 周分の長さを求めることができる



# 地球 1 周分の長さを歩いて測ろう！

自分が**何m歩いた**ときに、地球**何度分歩いた**かが分かれば  
地球 1 周分の長さを求めることができる

⇒必要な情報は「距離」と「角度」





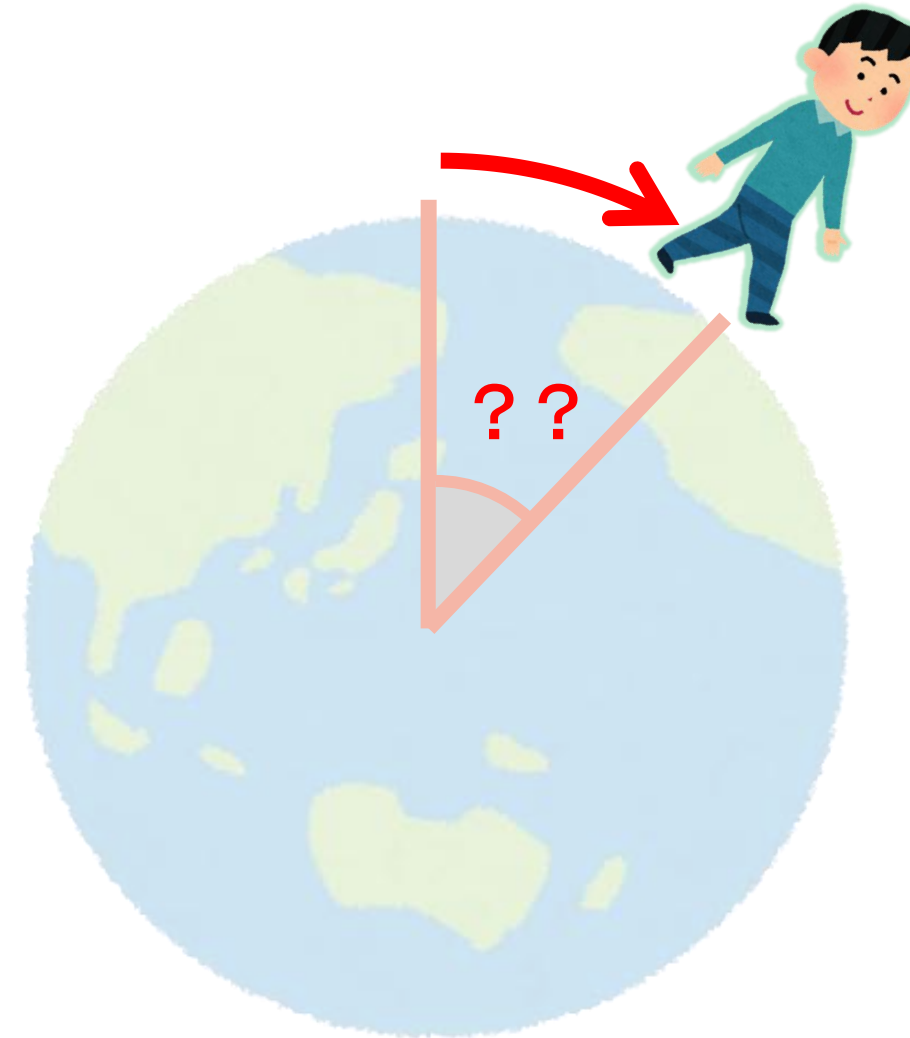
# 地球 1 周分の長さを歩いて測ろう！

俺、どれだけ歩いたんだ？

自分が**何m歩いた**ときに、地球**何度分歩いた**かが分かれば  
地球 1 周分の長さを求めることができる

⇒必要な情報は「距離」と「角度」

何m歩いたか ⇒



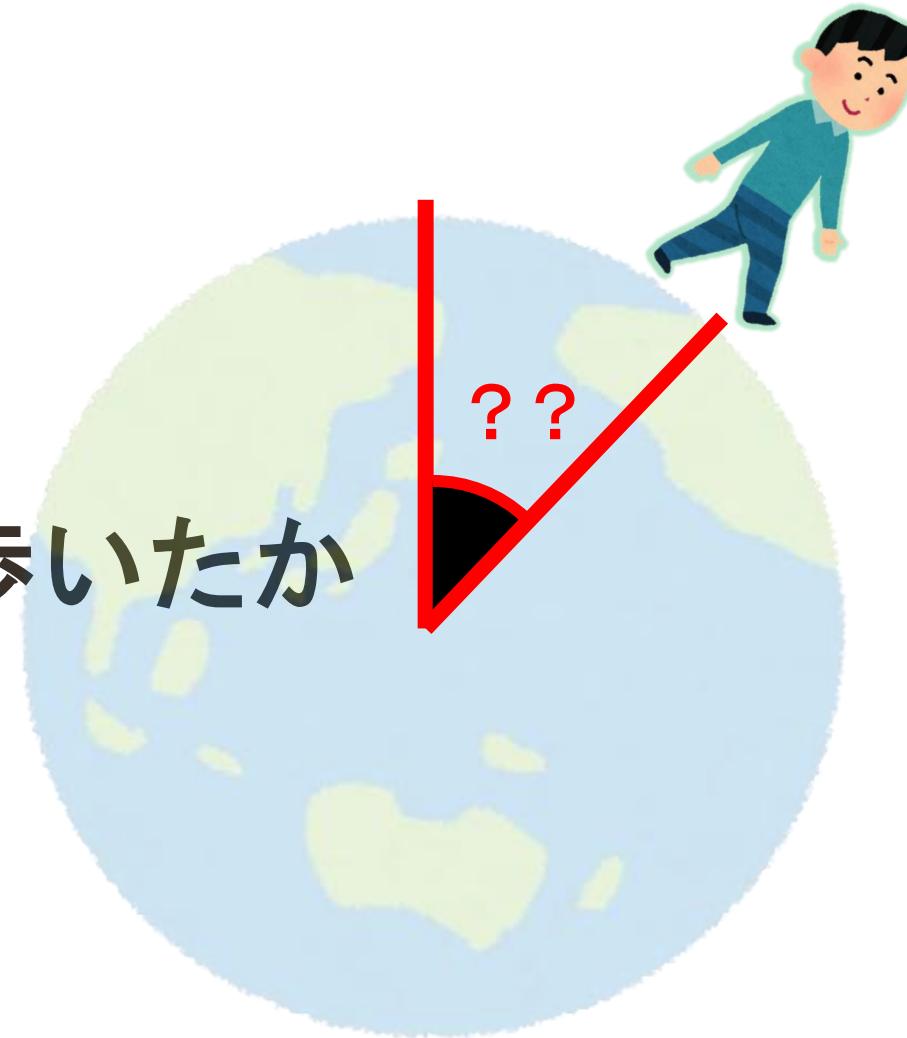
# 地球 1 周分の長さを歩いて測ろう！

△歩歩いたから  
0kmだ！

自分が**何m歩いた**ときに、地球**何度分歩いた**かが分かれば  
地球 1 周分の長さを求めることができる

⇒必要な情報は「距離」と「角度」

何m歩いたか ⇒ 自分が何歩歩いたか



# 地球 1 周分の長さを歩いて測ろう

俺、何度歩いたんだ...？

自分が**何m歩いた**ときに、地球**何度分歩いた**かが分かれば  
地球 1 周分の長さを求めることができる

⇒必要な情報は「距離」と「角度」

何m歩いたか ⇒ 自分が何歩歩いたか

何度分歩いたか⇒



# 地球 1 周分の長さを歩いて測ろう

俺、何度歩いたんだ...？

自分が**何m歩いた**ときに、地球**何度分歩いた**かが分かれば  
地球 1 周分の長さを求めることができる

⇒必要な情報は「距離」と「角度」

何m歩いたか ⇒

何度分歩いたか⇒

自分が何歩歩いたか

自分で考えてみよう！



# 昔の人は...

---

世界で初めて地球の大きさを測った

(と言われている) 人

エラステネスさん

# 昔の人は...

---

世界で初めて地球の大きさを測った

(と言われている) 人

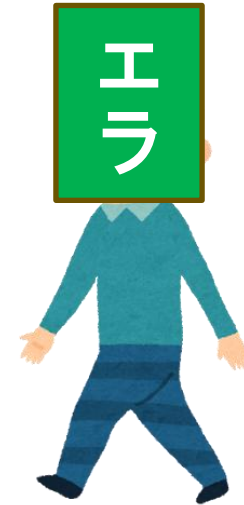
エラステネスさん

紀元前275～194年

(西暦0年がキリストが生まれた年の275～194年前)

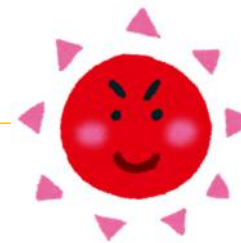
# エラステネスさんの発見

ある夏至の日の正午のシエネ（エジプト）



# エラステネスさんの発見

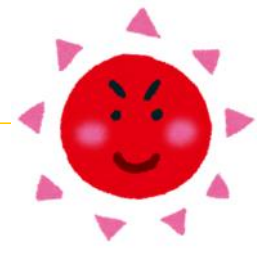
ある夏至の日の正午のシエネ（エジプト）



井戸



# エラステネスさんの発見



ある夏至の日の正午のシエネ（エジプト）

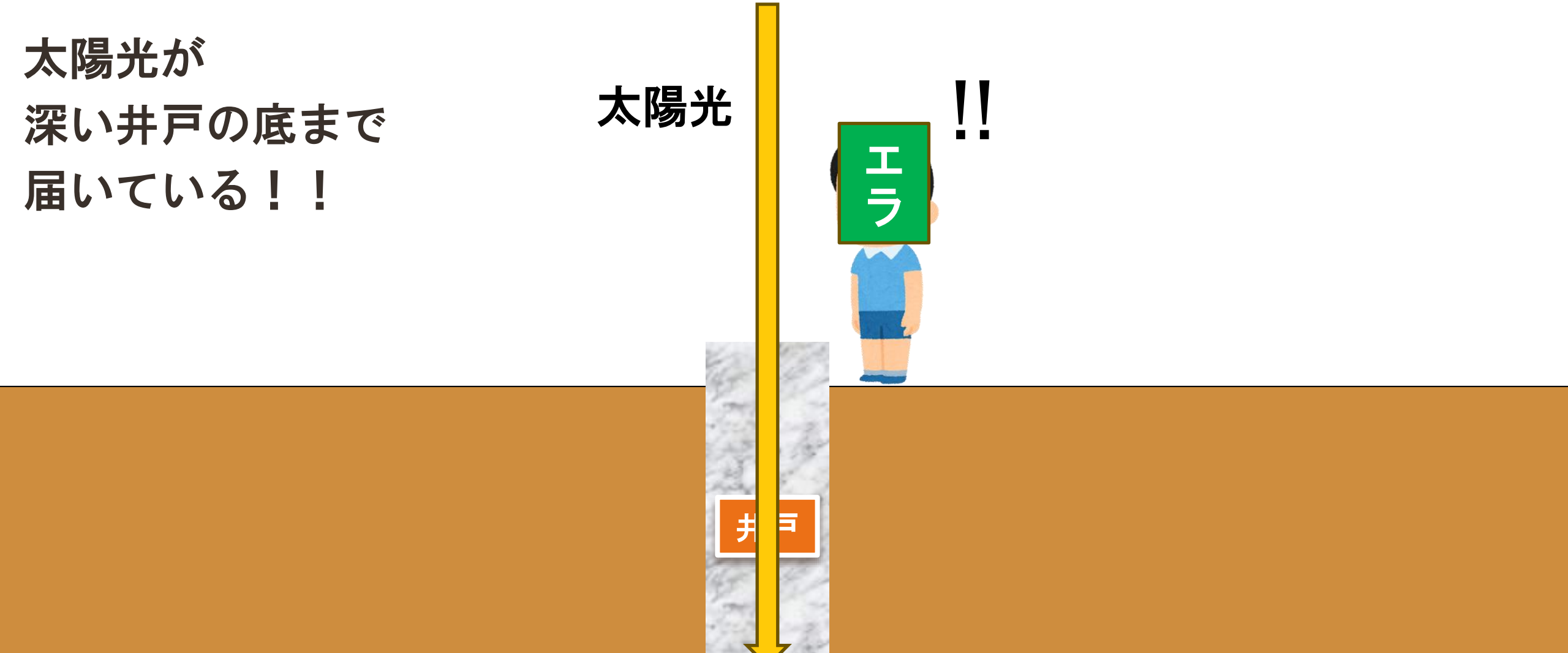
太陽光が  
深い井戸の底まで  
届いている！！

太陽光

!!

エ  
ラ

井戸



# エラステネスさんの

ある夏至の日の正午のシエネ



太陽光が  
深い井戸の底まで  
届いている！！

⇒ **太陽が真上にある！！！！**

太陽光

！！

エ  
ラ

井戸



# エラトステネスさんの発見

次の年の夏至の日の正午のアレクサンドリア（エジプト）

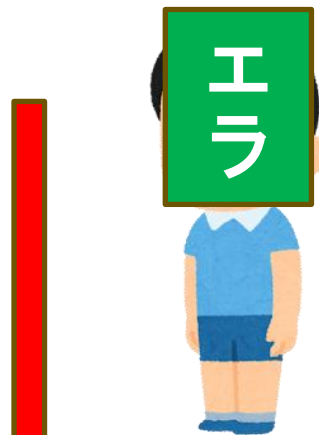
シエネとアレクサンドリアは  
ほぼまっすぐ南北方向にある



# エラステネスさんの発見

次の年の夏至の日の正午のアレクサンドリア（エジプト）

エラステネスは  
棒を立てることにした



# エラステネスさんの

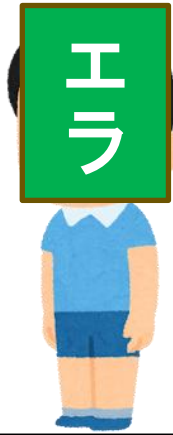
次の年の夏至の日の正午のア



ア（エジプト）

エラステネスは  
棒を立てることにした

もし太陽が真上にあったら  
どうなる？



# エラステネスさんの

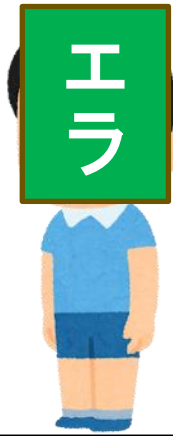
次の年の夏至の日の正午のアイ



ア（エジプト）

もし太陽が真上にあったら  
どうなる？

A. 陰ができない！



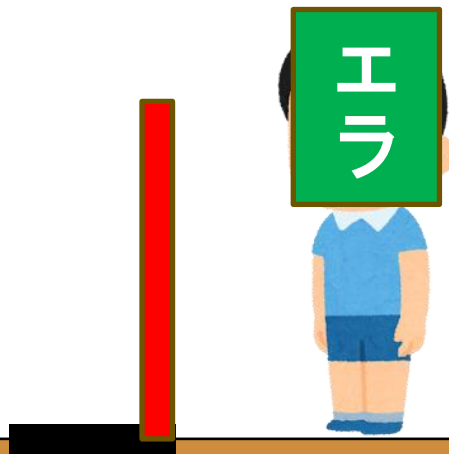
# エラステネスさんの

次の年の夏至の日の正午のア



ア（エジプト）

実際は陰ができた



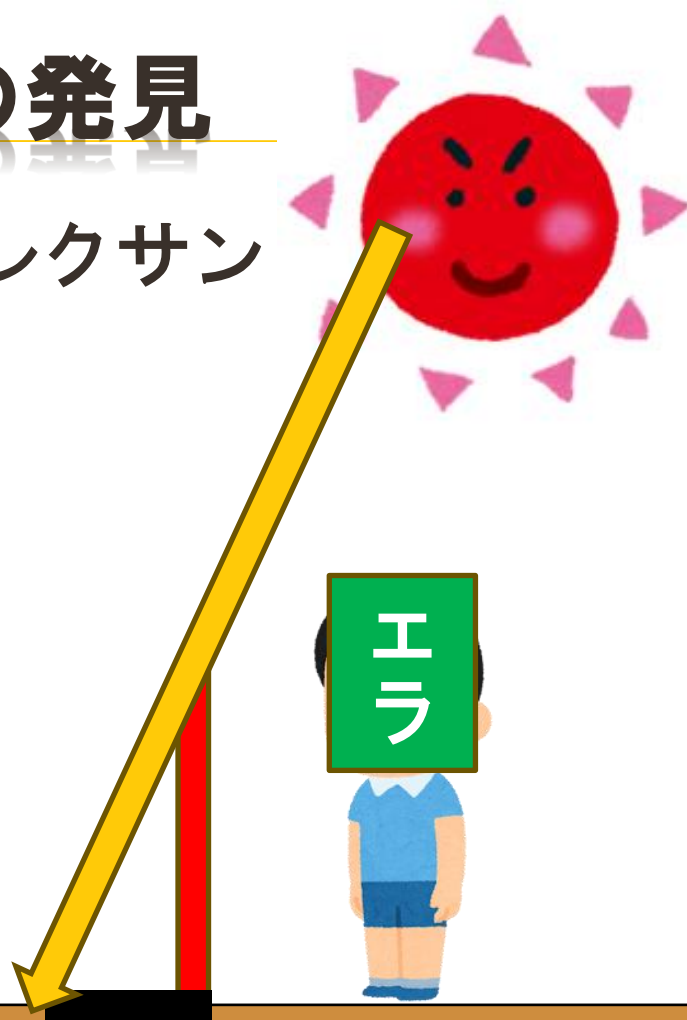
# エラステネスさんの発見

次の年の夏至の日の正午のアレクサン

(プト)

実際は陰ができた

シエネとアレクサンドリアで  
太陽の位置が違う！？





夏至の日の正午

アレクサンドリア

太陽光

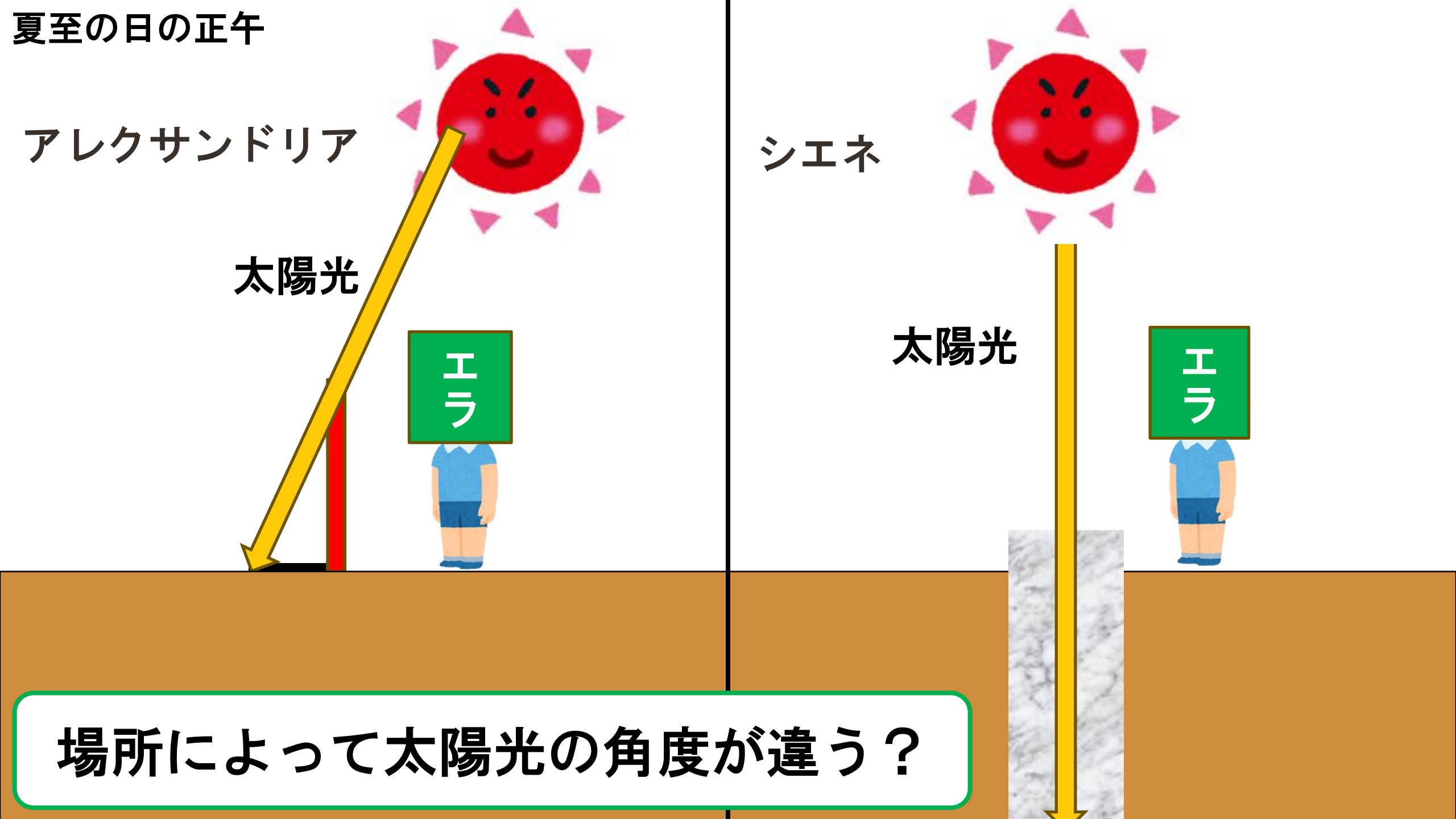
エラ

シエネ

太陽光

エラ

場所によって太陽光の角度が違う？



夏至の日の正午

アレクサンドリア

太陽光

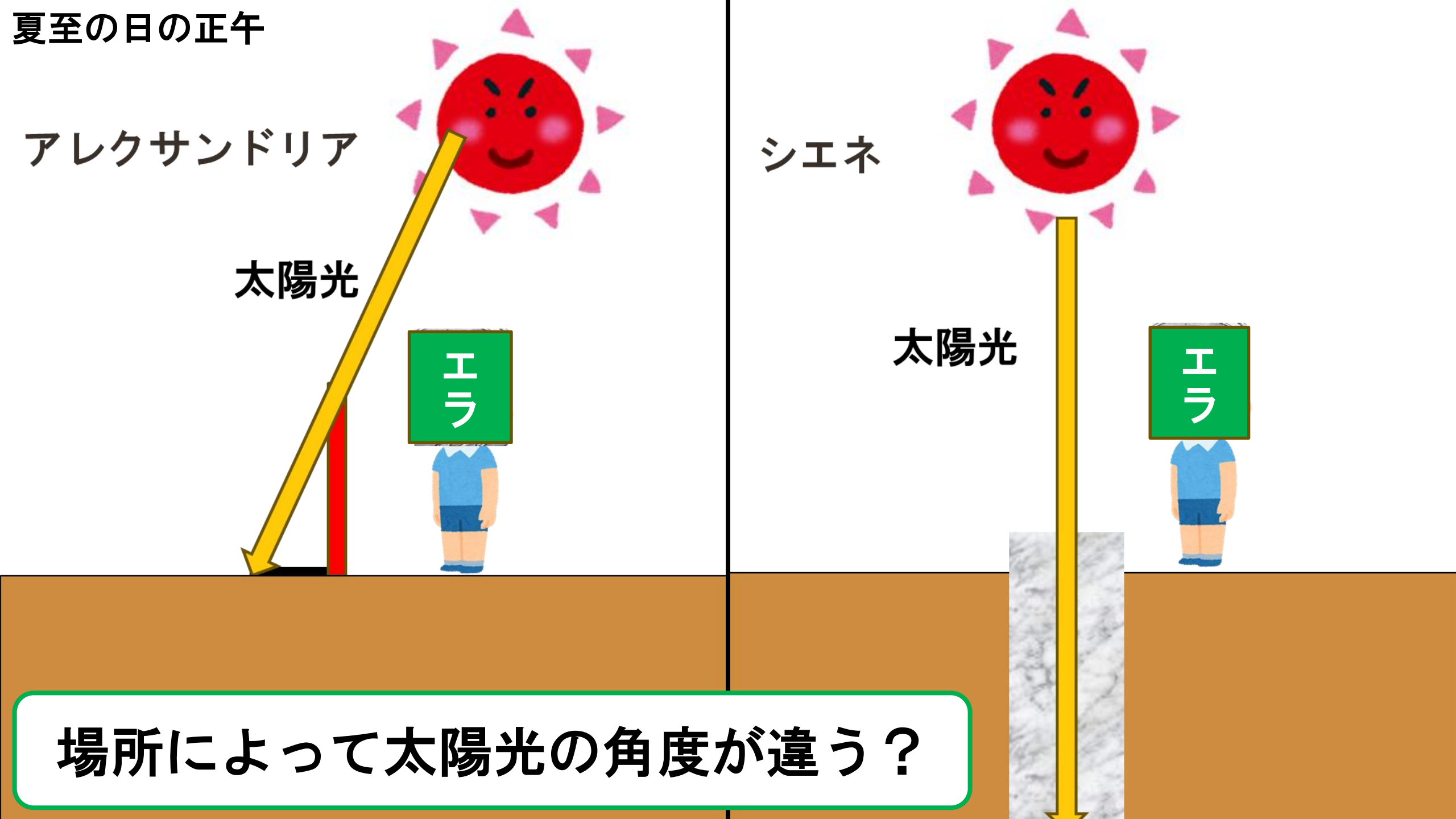
エラ

シエネ

太陽光

エラ

場所によって太陽光の角度が違う？



夏至の日の正午

場所によって  
太陽光の角度が違う？



アレクサンドリア

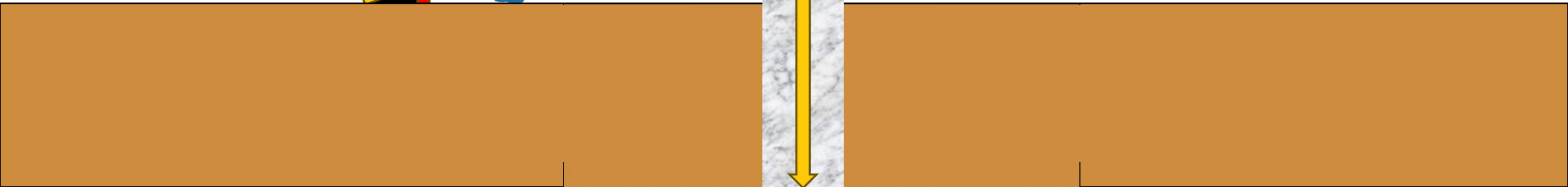
シエネ

太陽光

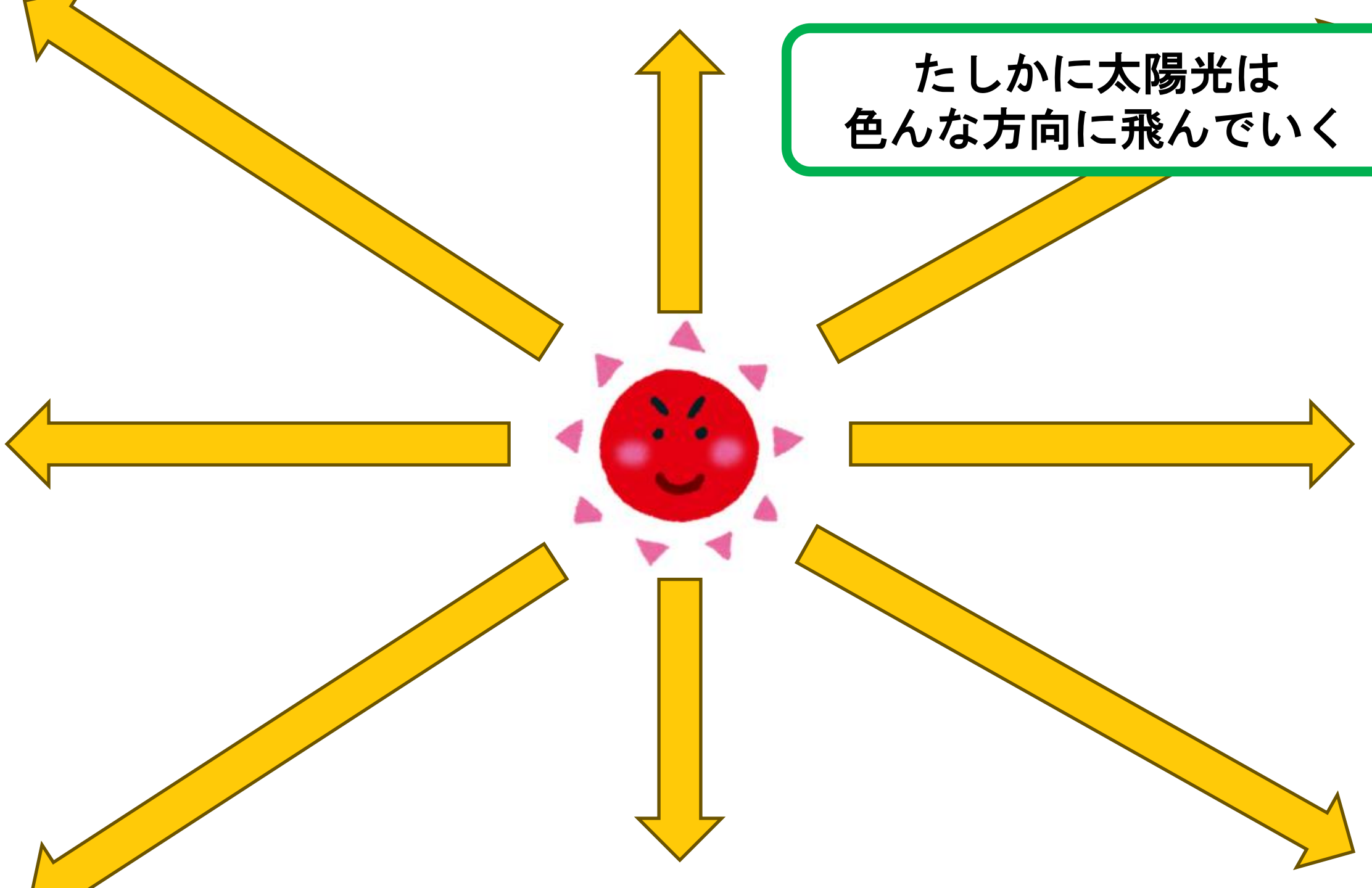
太陽光

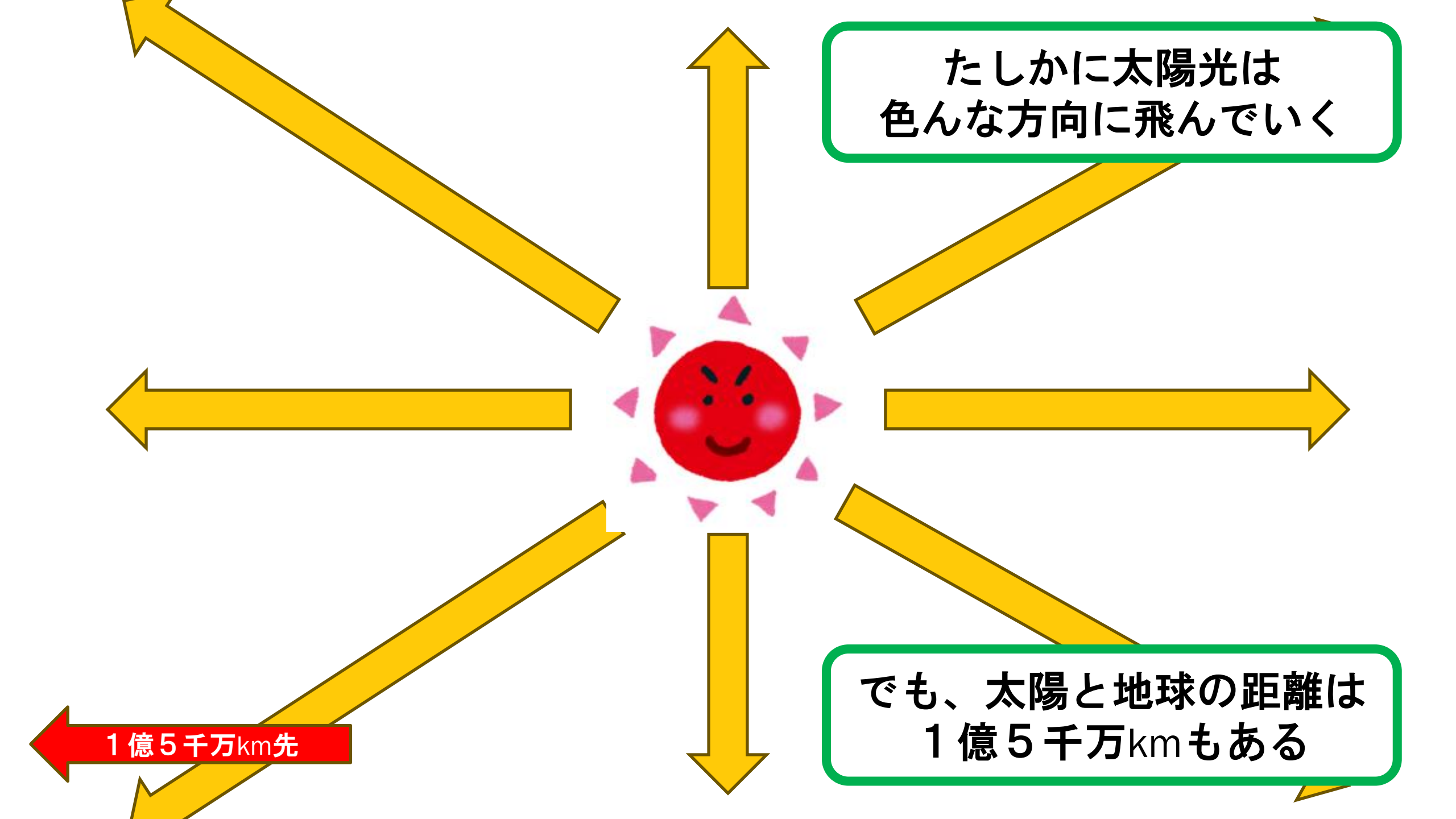
エ  
ラ

エ  
ラ



たしかに太陽光は  
色んな方向に飛んでいく



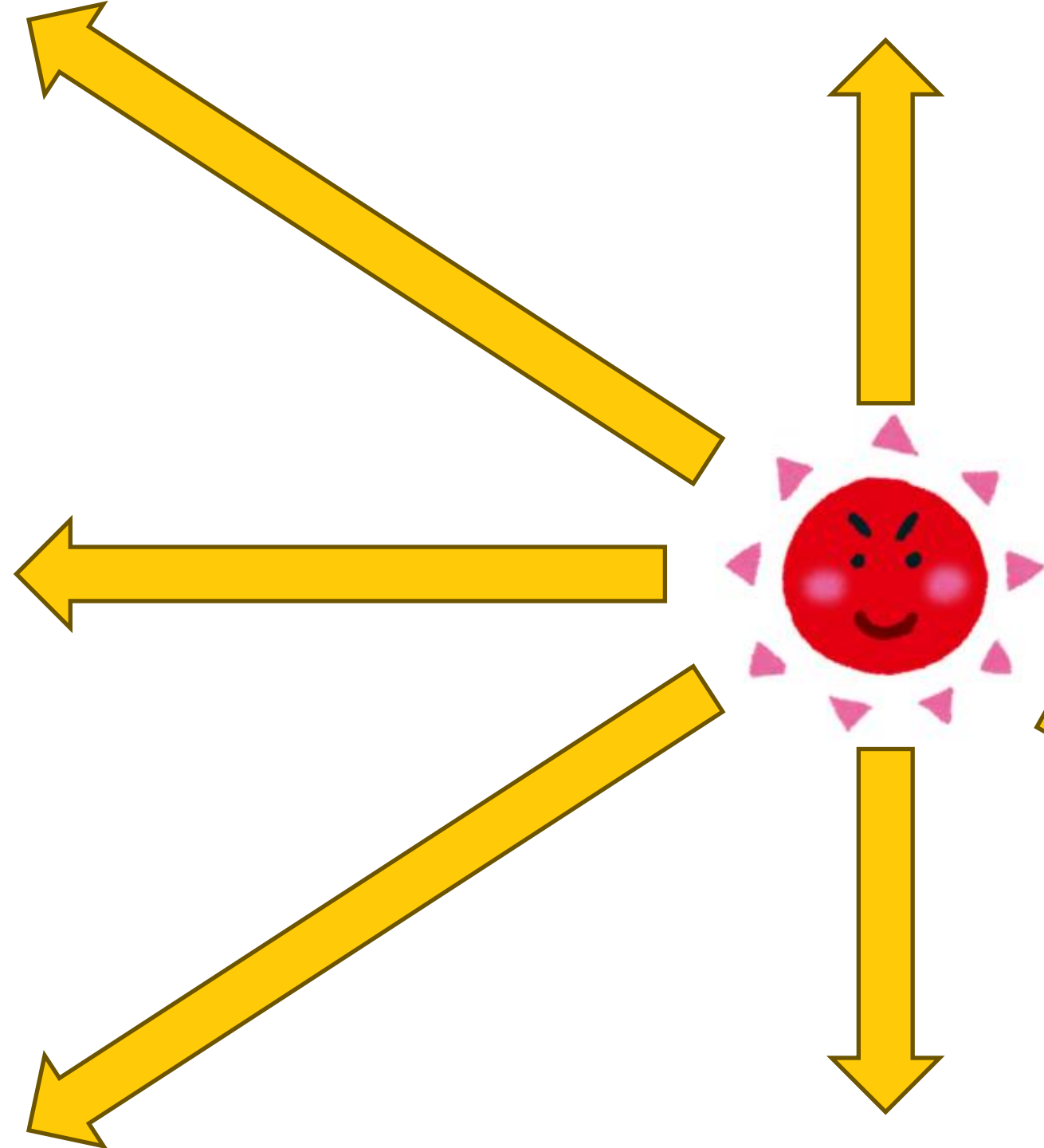


たしかに太陽光は  
色んな方向に飛んでいく

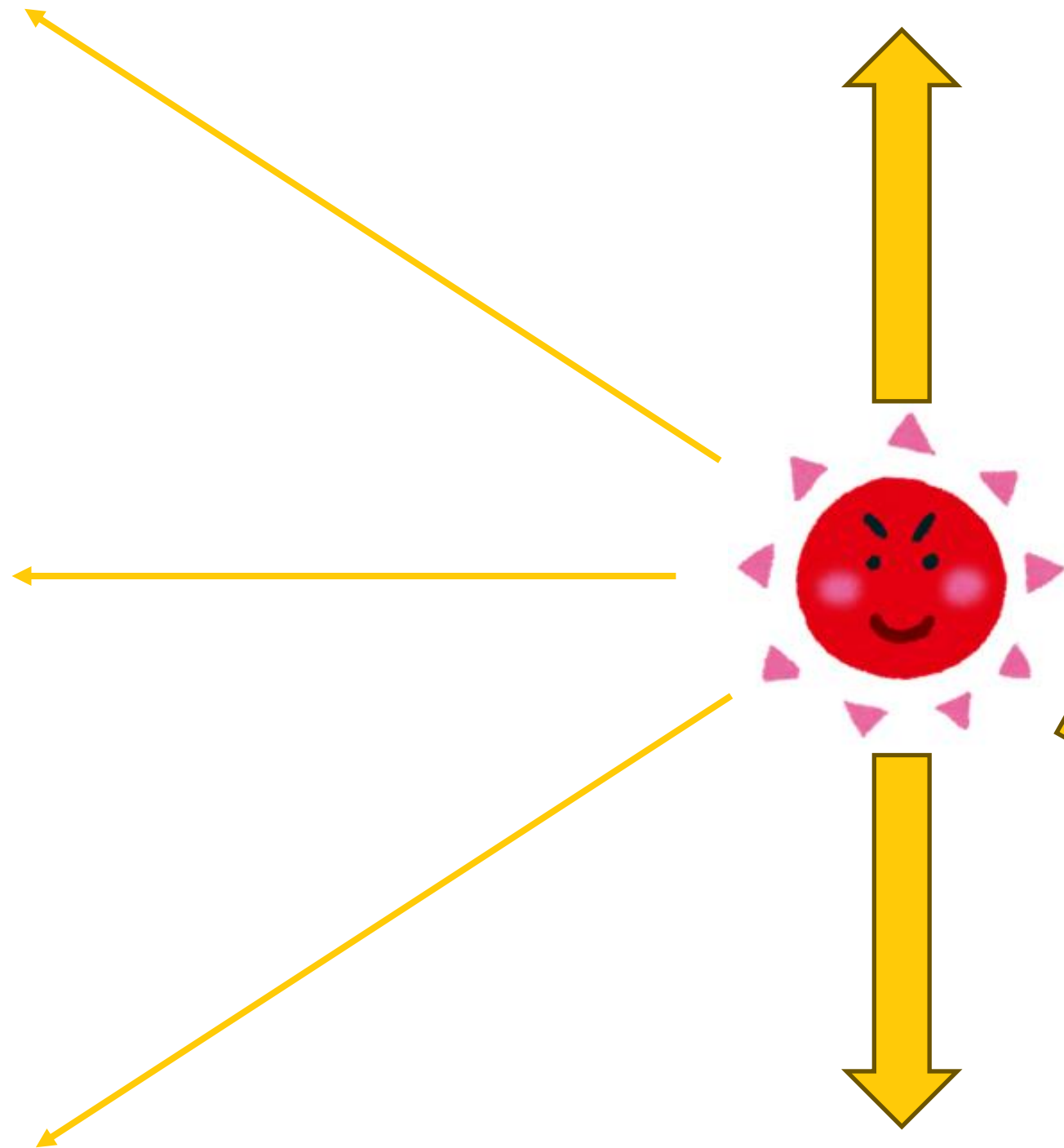
1 億 5 千万km先

でも、太陽と地球の距離は  
1 億 5 千万kmもある

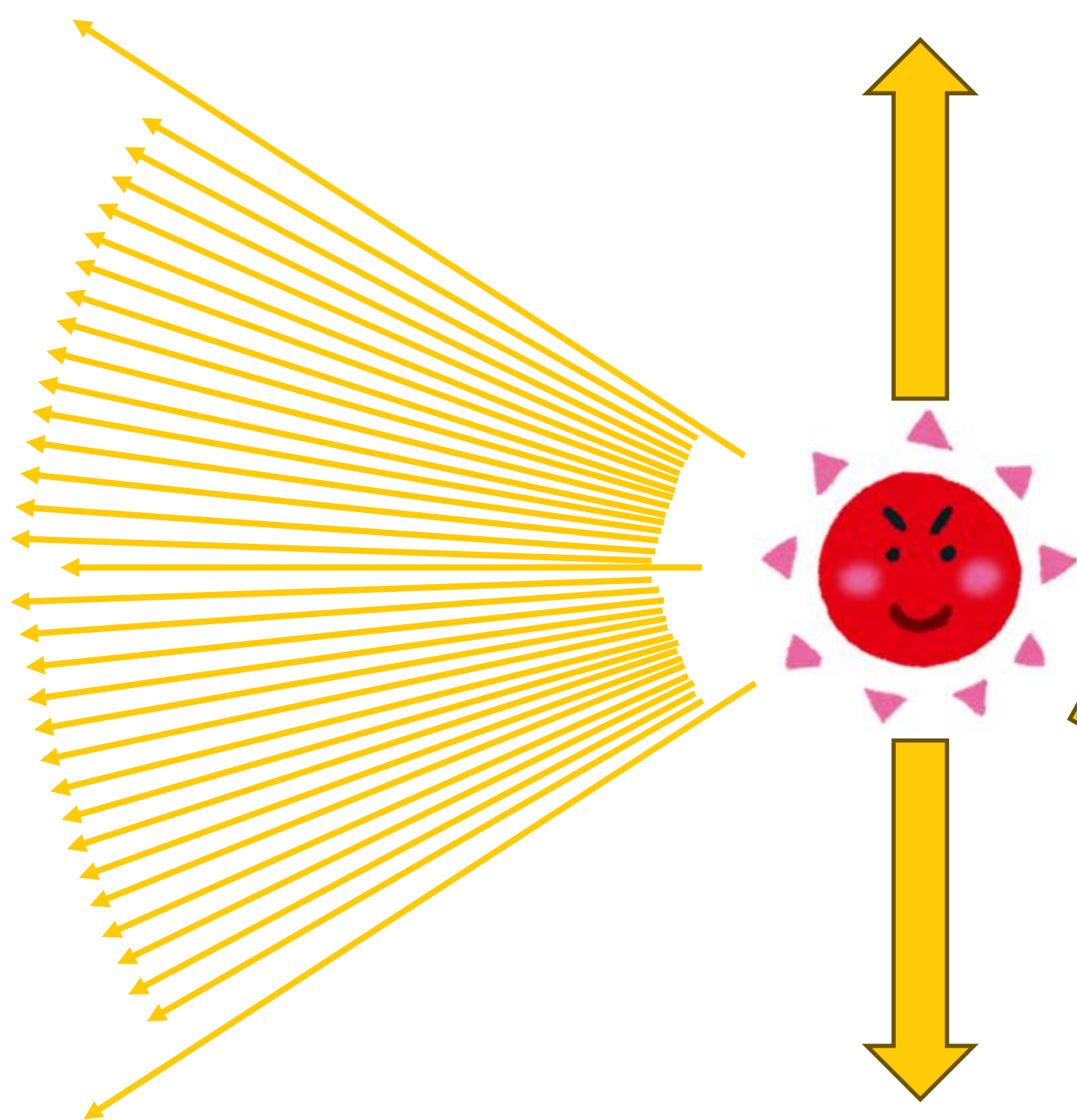
1 億 5 千万km先



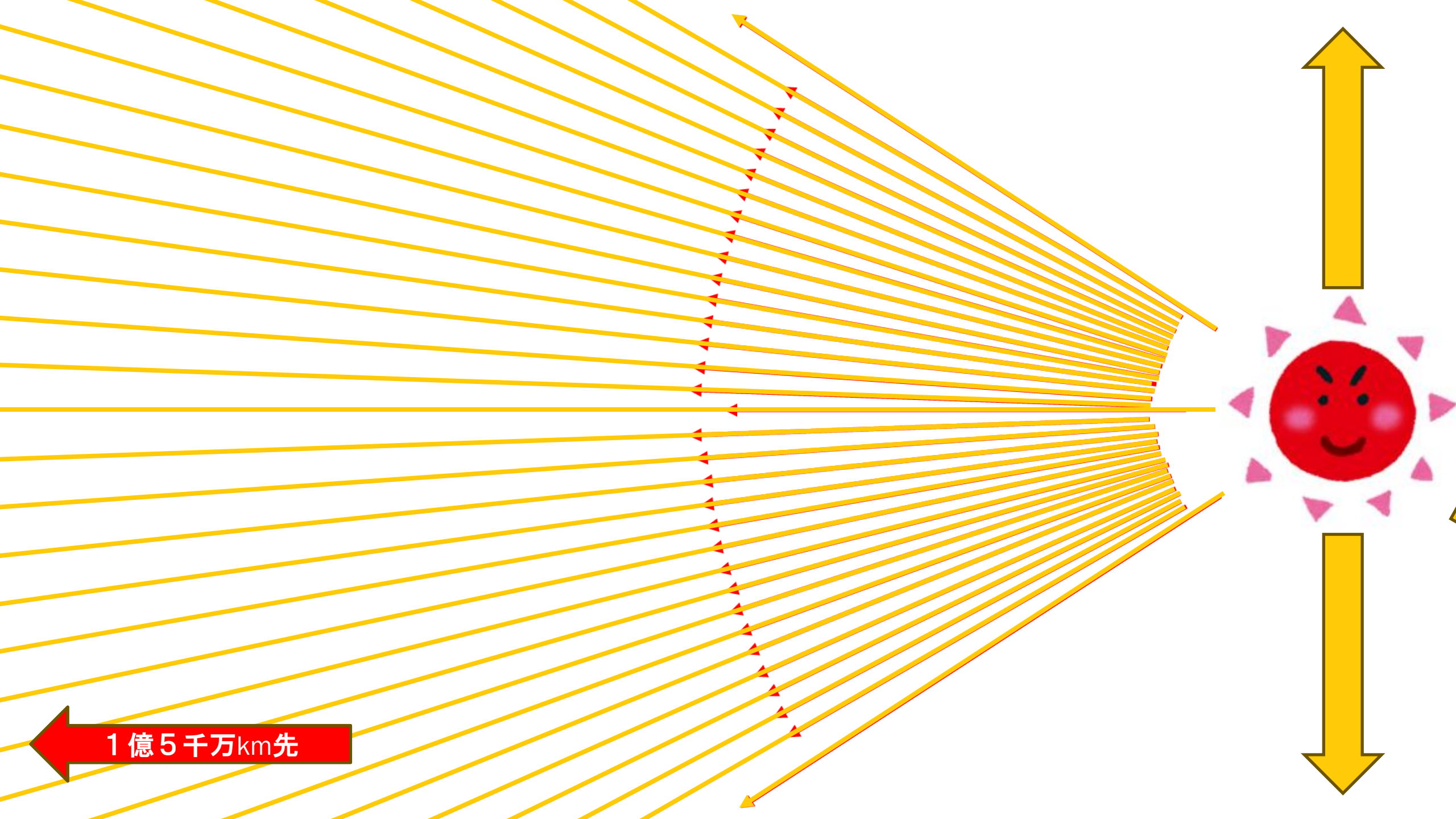
1 億 5 千万km先



1 億 5 千万km先







1 億 5 千万km先

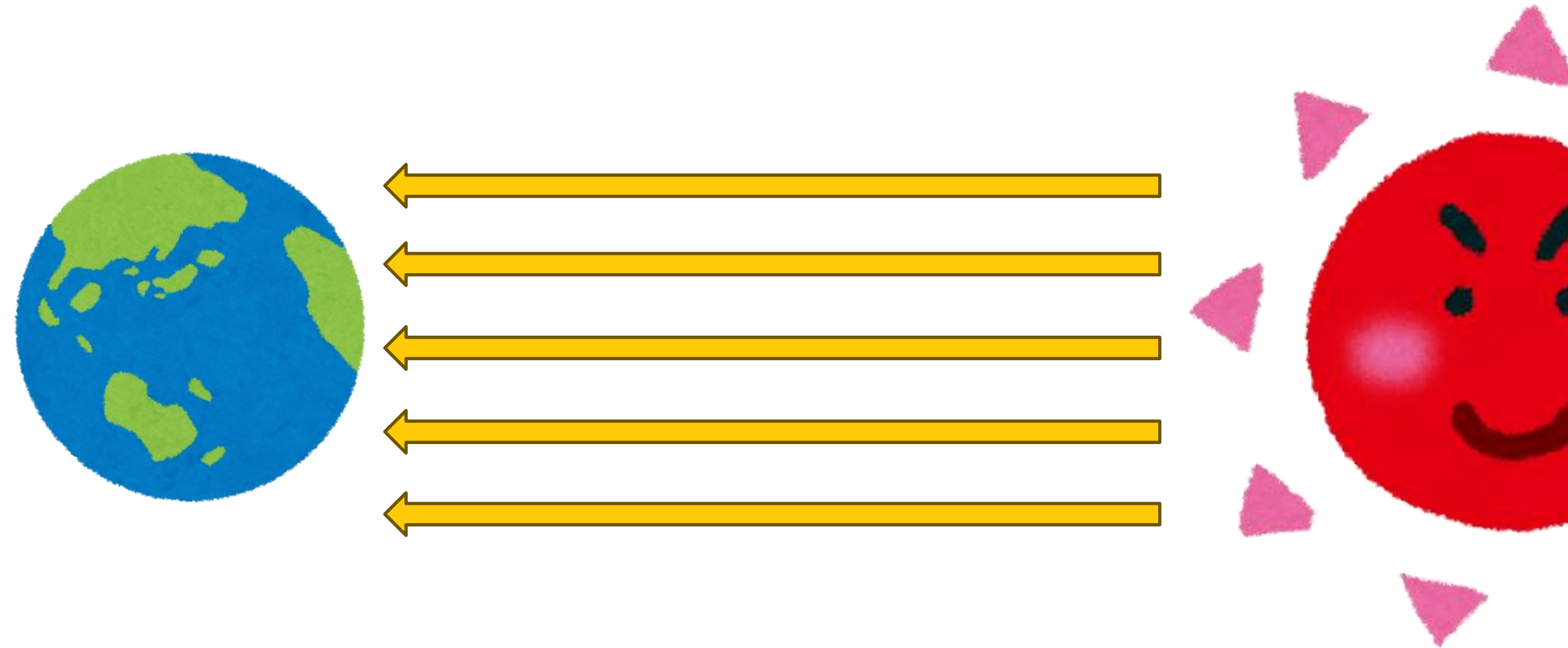


太陽から離れると  
太陽光はほぼ平行

[https://javalab.org/ja/parallel\\_rays\\_of\\_sun\\_ja/](https://javalab.org/ja/parallel_rays_of_sun_ja/)

1 億km先

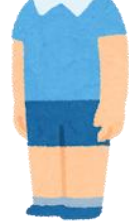
# 地球に届く頃には太陽の光は平行



夏至の日の正午

アレクサンドリア

太陽光



シエネ

太陽光



本当は平行な光なのに、  
場所によって太陽光の角度が違う？

夏至の日の正午

アレクサンドリア

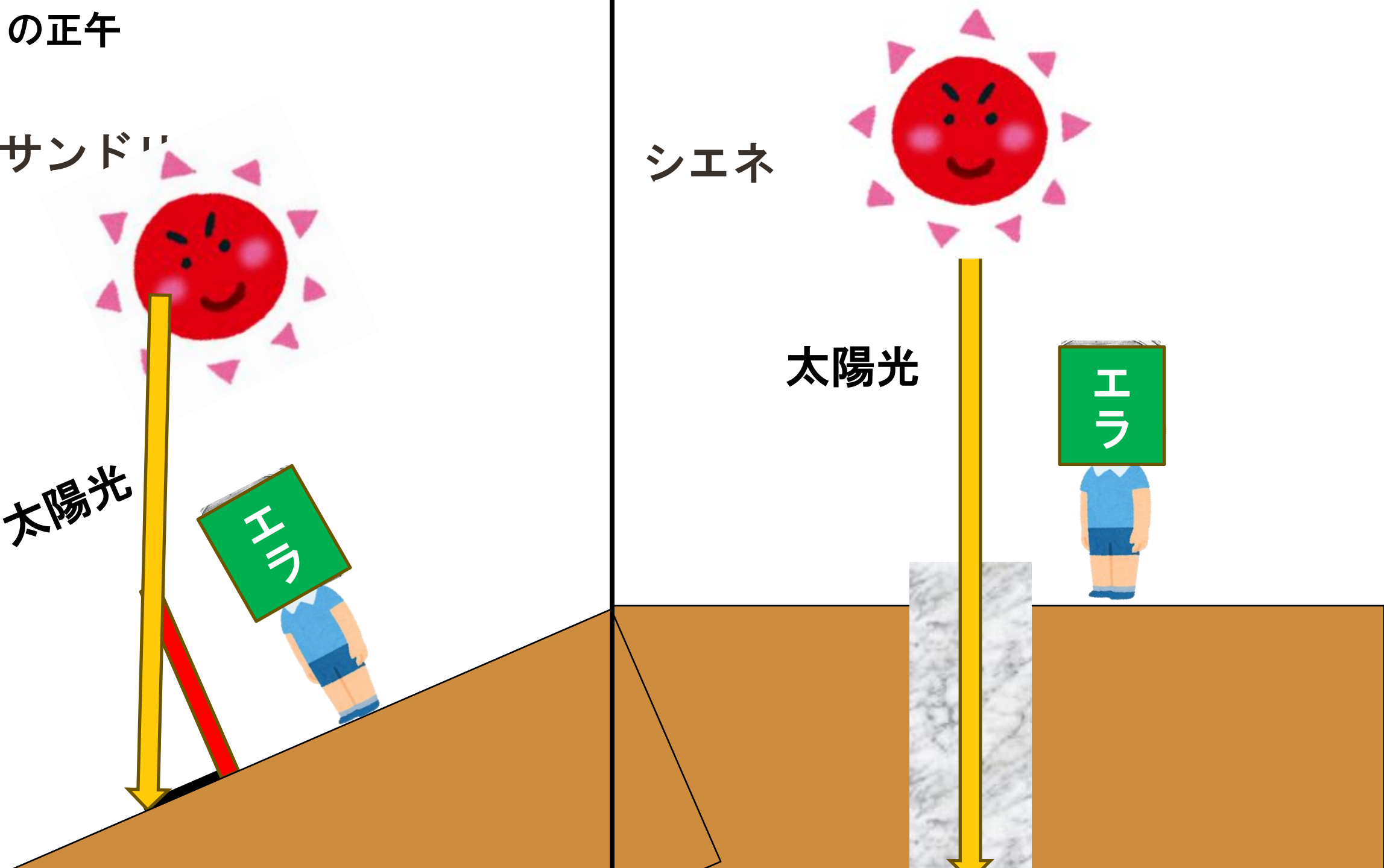
太陽光

エラ

シエネ

太陽光

エラ



角度が違うのは太陽光ではなく  
地面の方

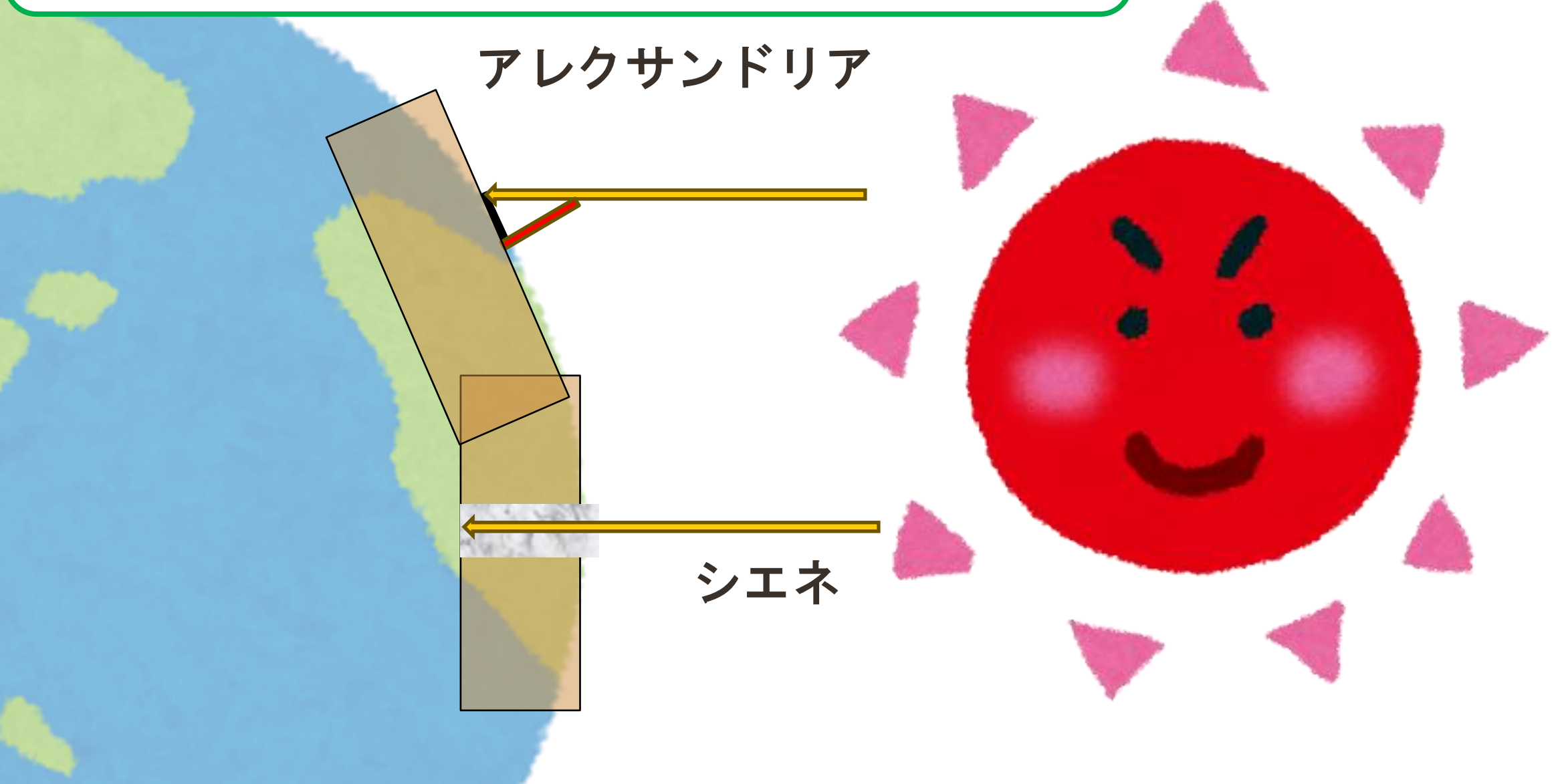
太陽光



太陽光

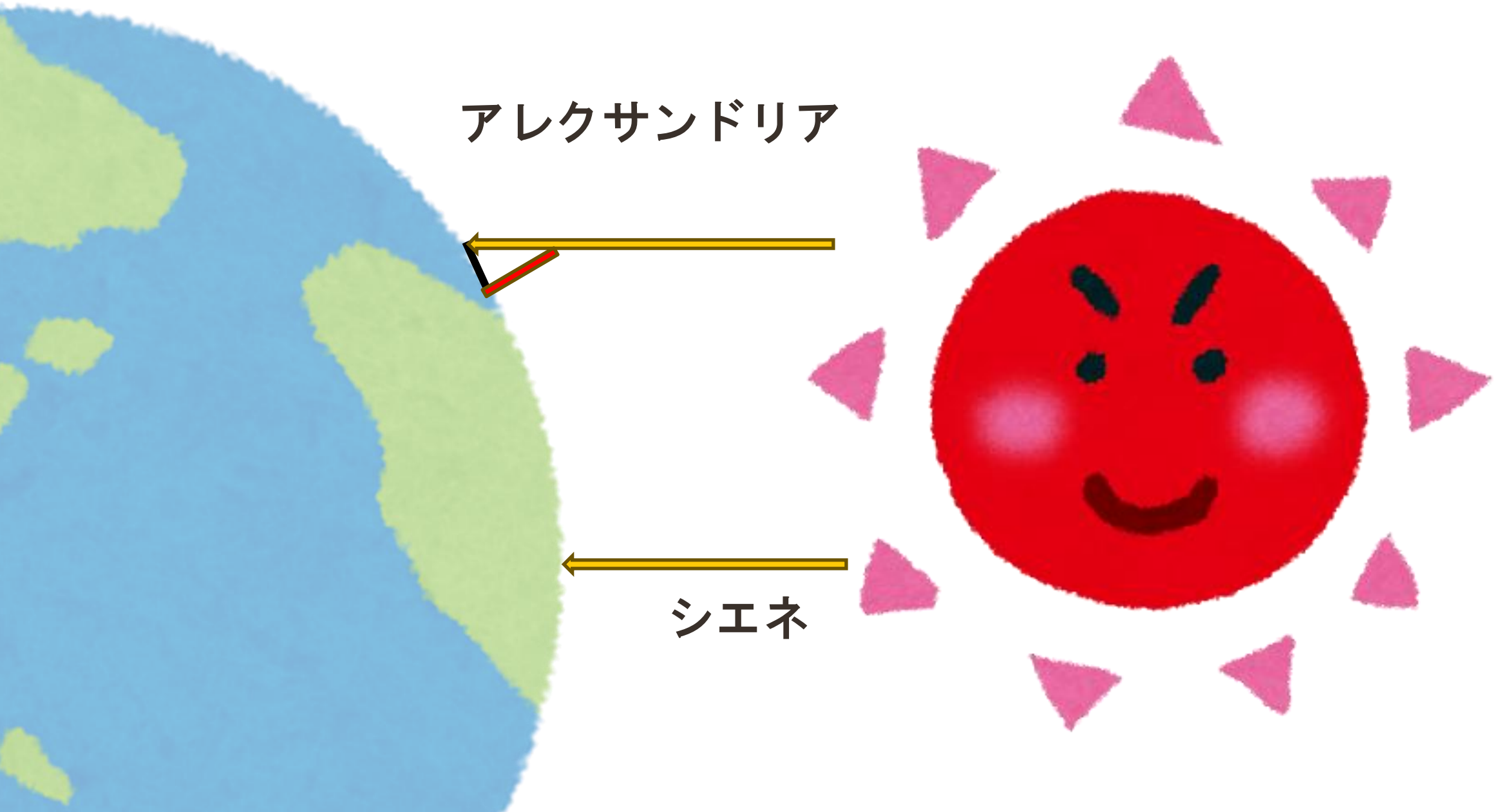


# 角度が違うのは太陽光ではなく 地面の方

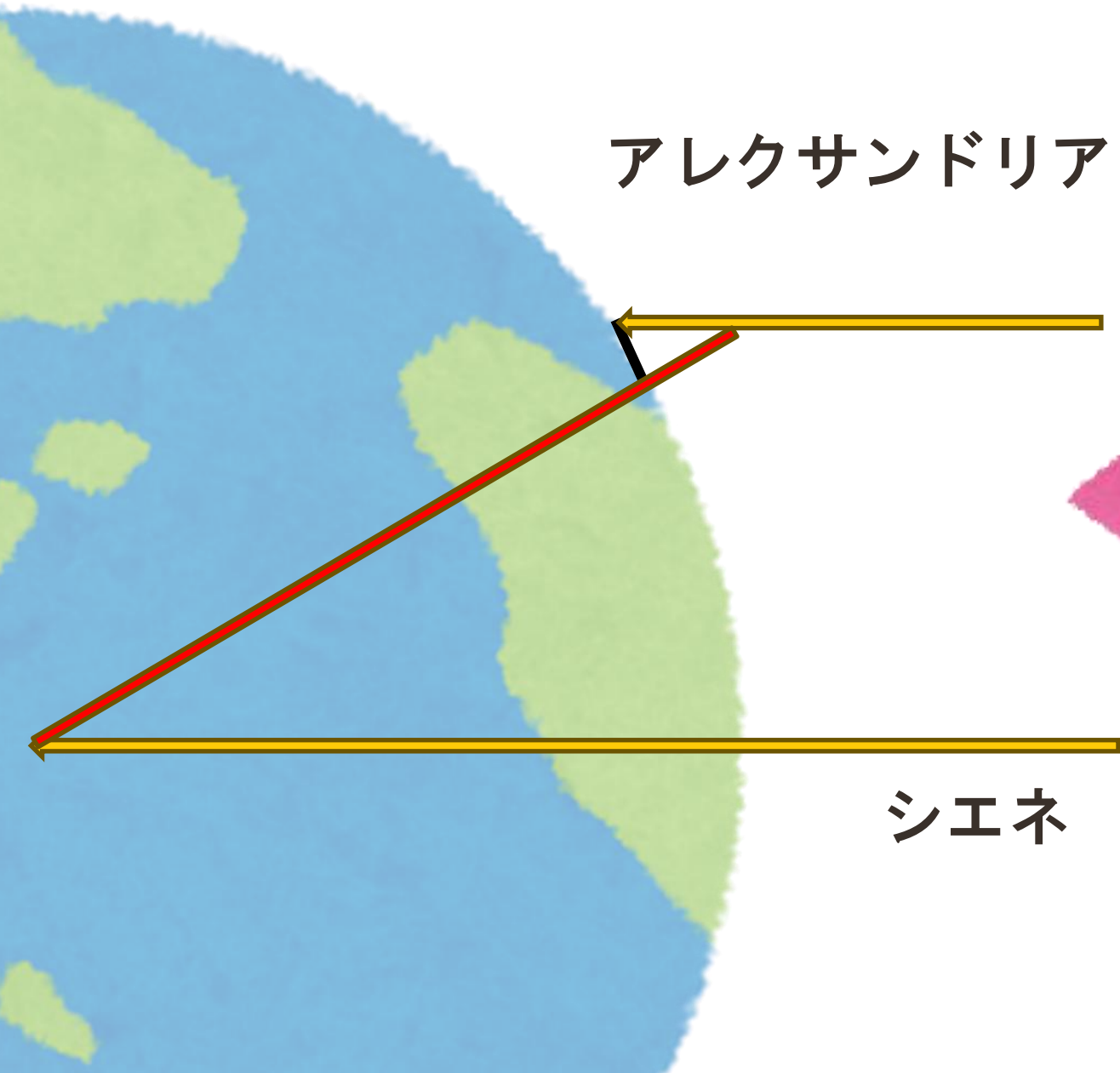




# 夏至の日の正午



夏至の日の正午

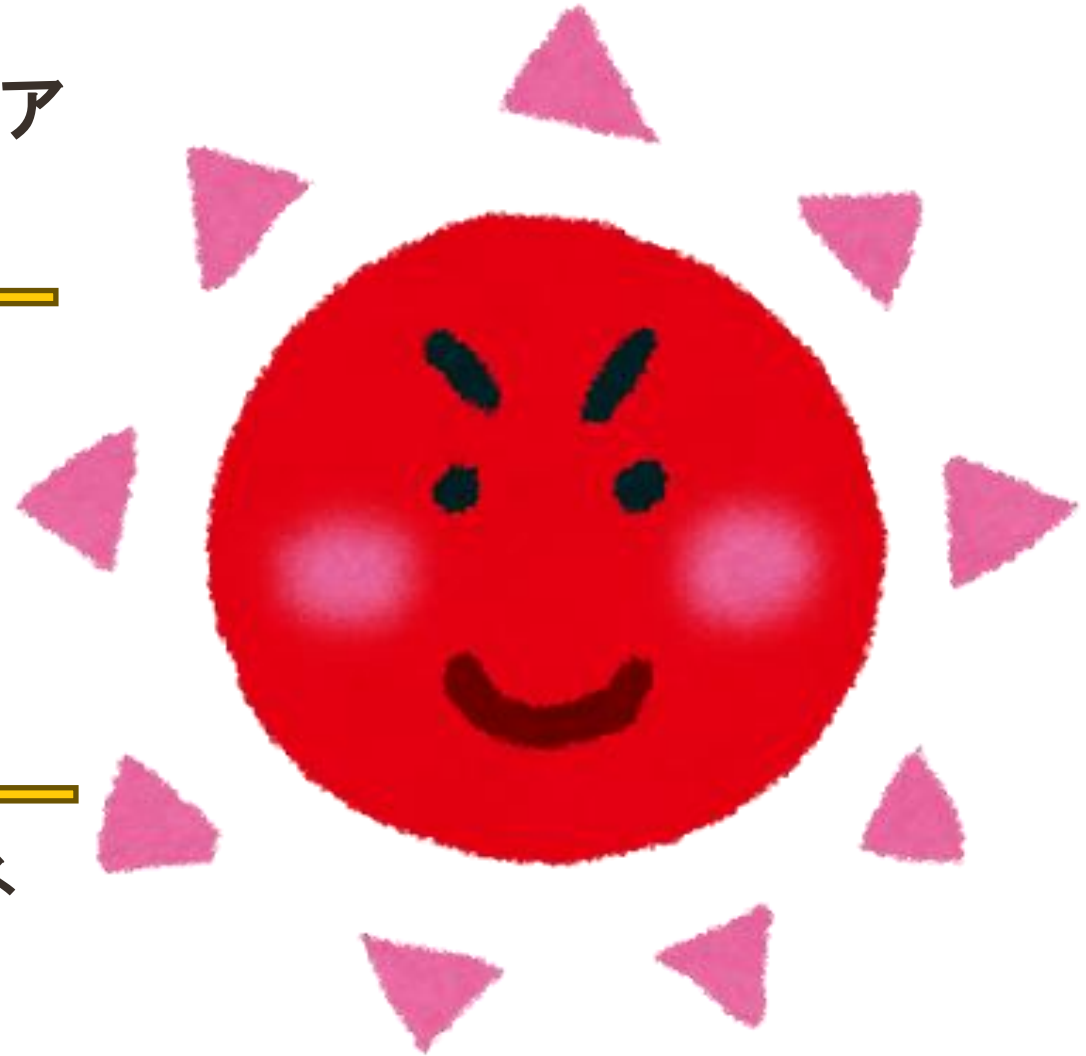
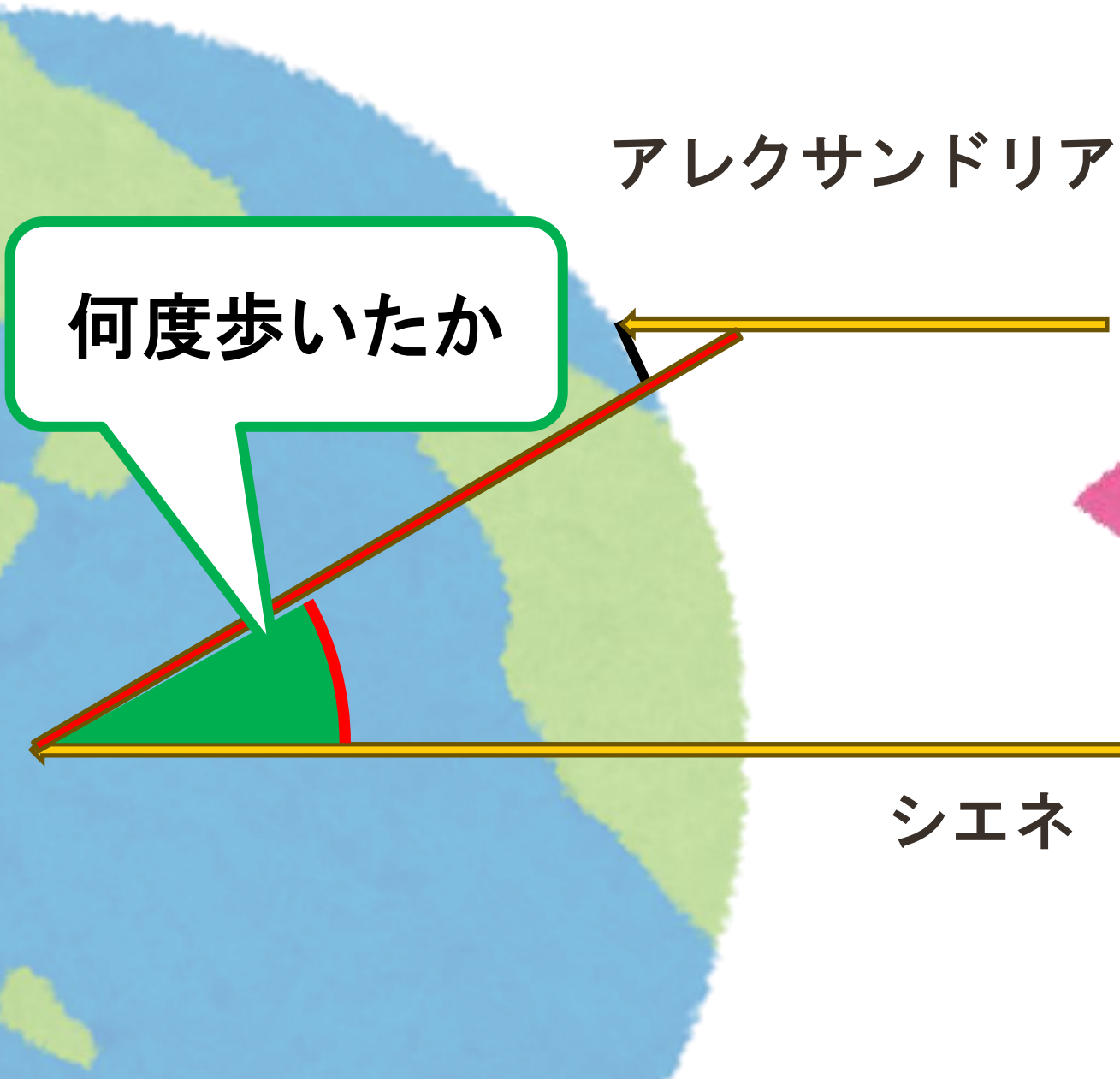


夏至の日の正午

アレクサンドリア

何度歩いたか

シエネ



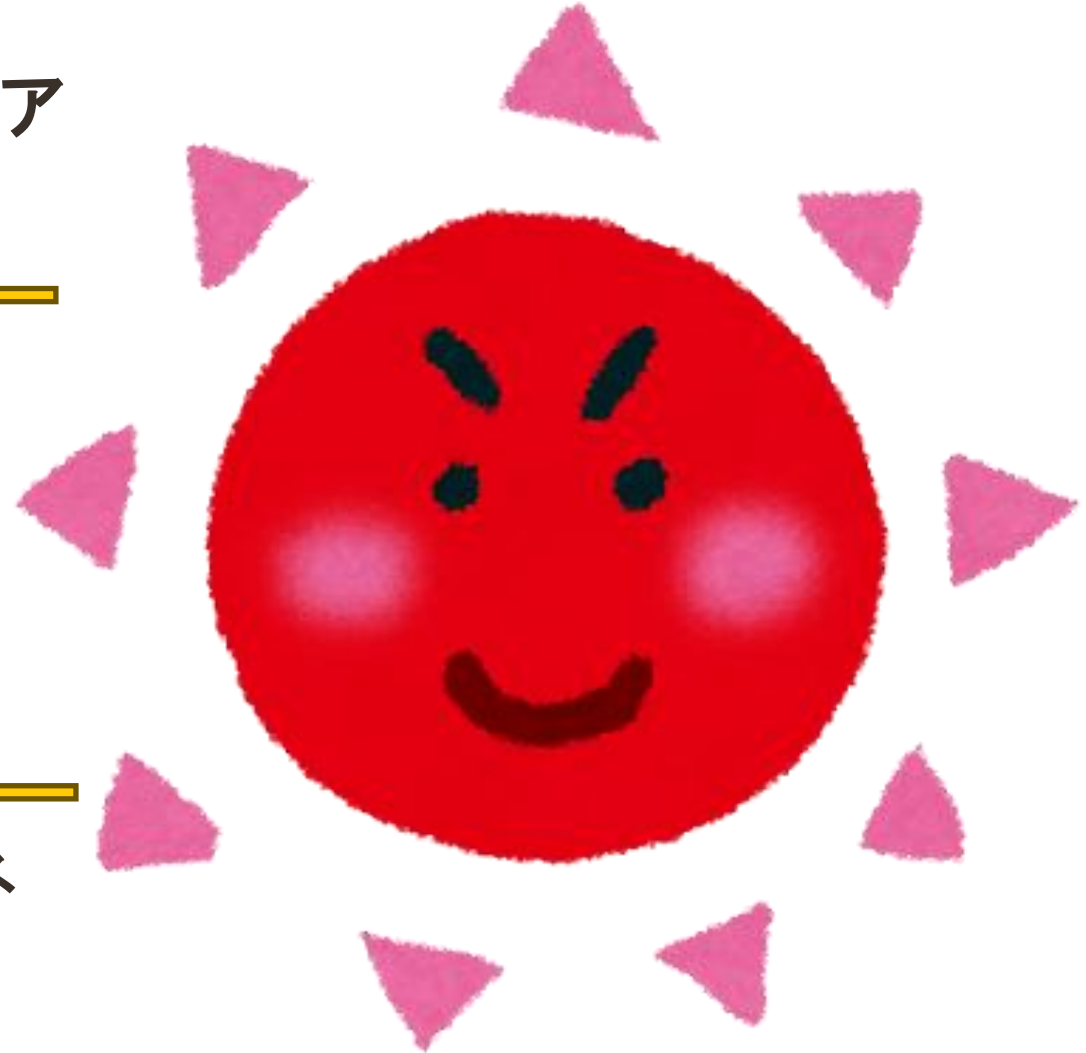
夏至の日の正午

この図のどこかに同じ角度が...！？

アレクサンドリア

何度歩いたか

シエネ



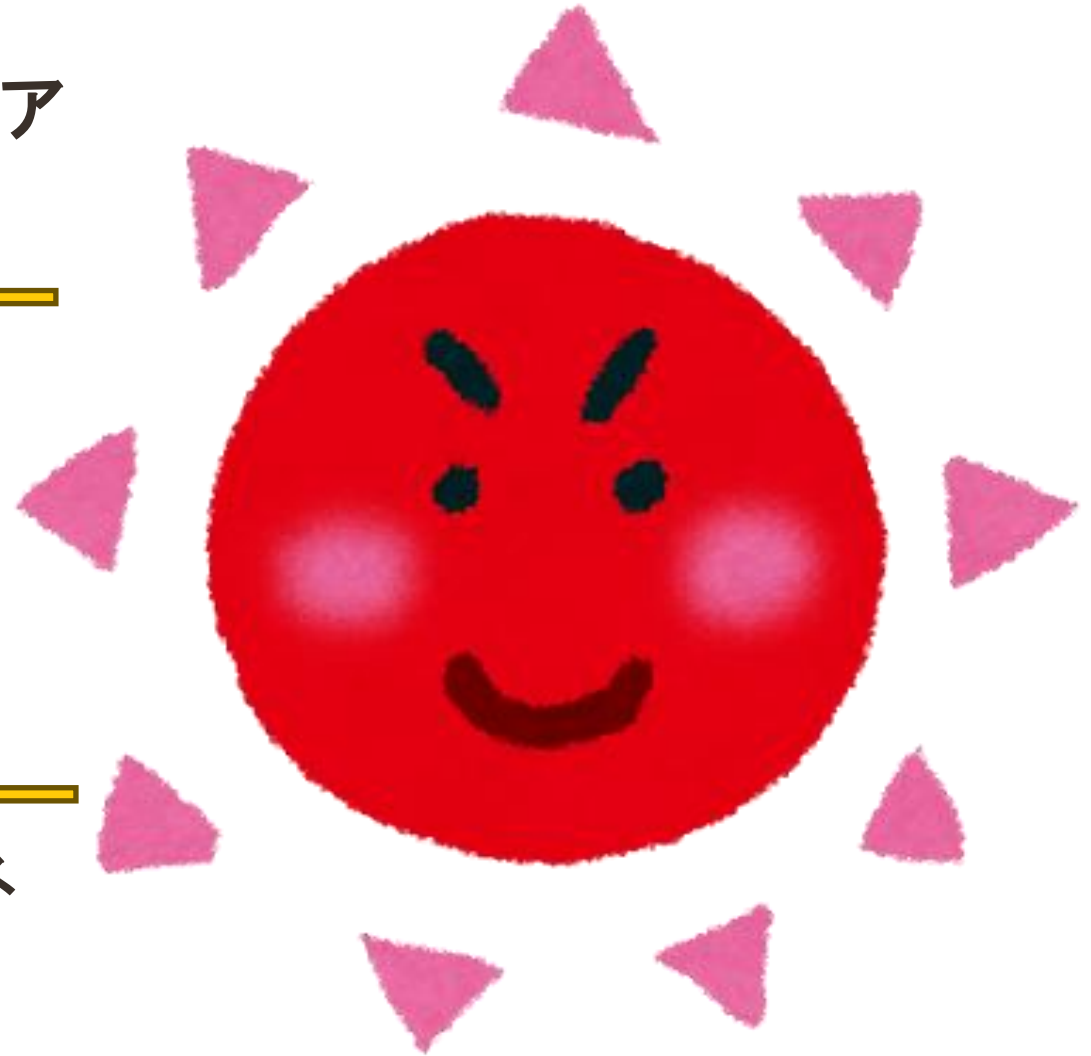
夏至の日の正午

同じ角度！

アレクサンドリア

何度歩いたか

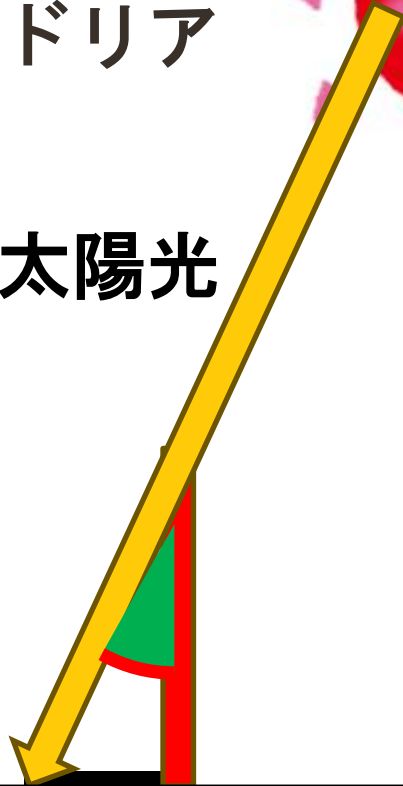
シエネ



夏至の日の正午

アレクサンドリア

太陽光



棒と太陽光の間の角度が  
自分が歩いた角度

シエネ



太陽光



# エラトステネスの角度の測り方

---

- 太陽が作る陰の角度を調べることで、太陽が真上にある場所から何度歩いたかを測定した。

# エラトステネスの角度の測り方

---

- 太陽が作る陰の角度を調べることで、太陽が真上にある場所から何度歩いたかを測定した。
- 私たちもやってみましょう！



# エラトステネスの角度の測り方

---

- 太陽が作る陰の角度を調べることで、太陽が真上にある場所から何度歩いたかを測定した。
- 私たちもやってみましょう！と言いたいところですが  
⇒夏至はまだ遠い...  
太陽が真上に来る場所以外で、この方法は難しい

# 現代なら...

---

現代なら...

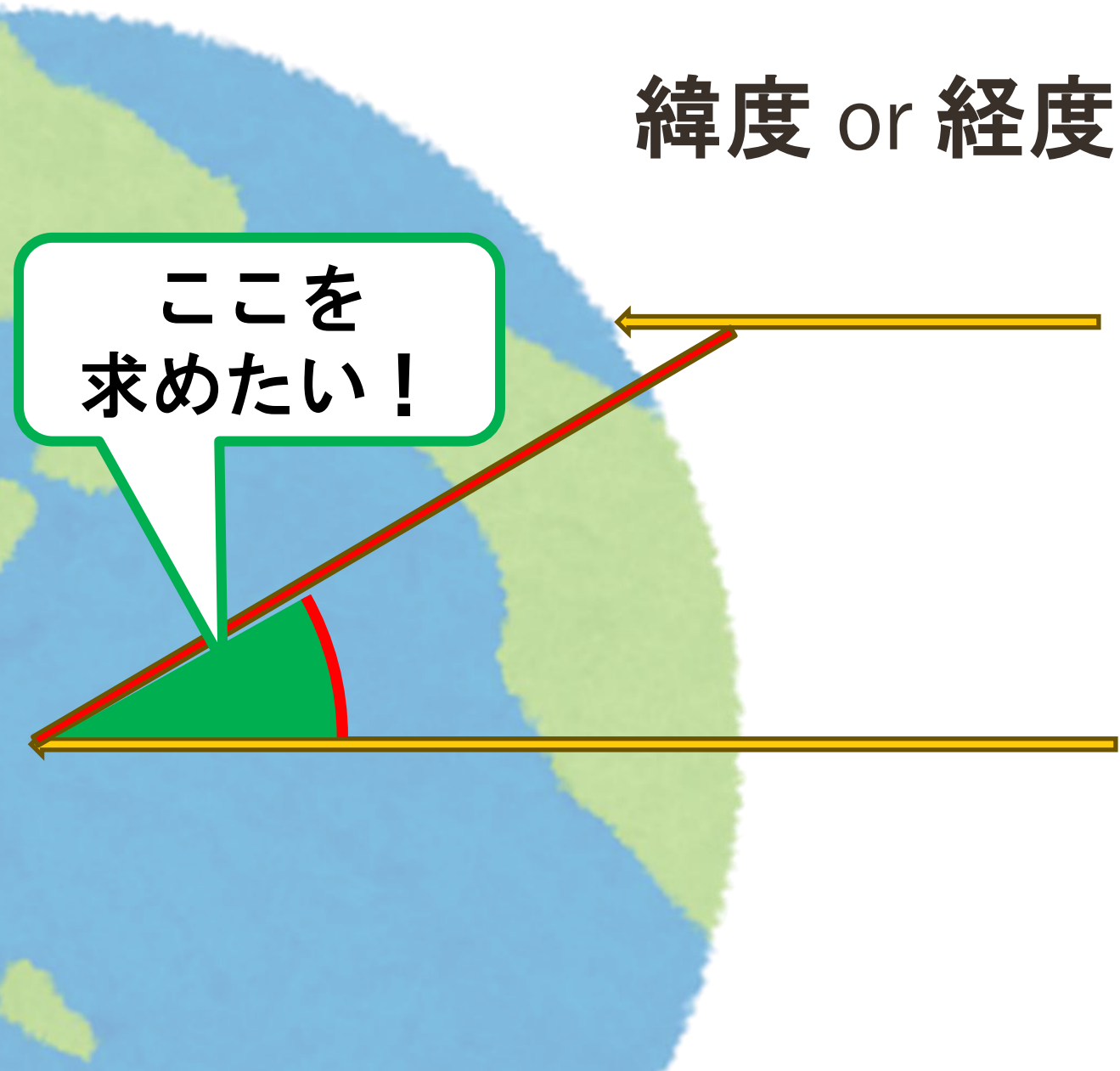
---

緯度 or 経度を使おう！

現代なら...

緯度 or 経度を使おう！

ここを  
求めたい！

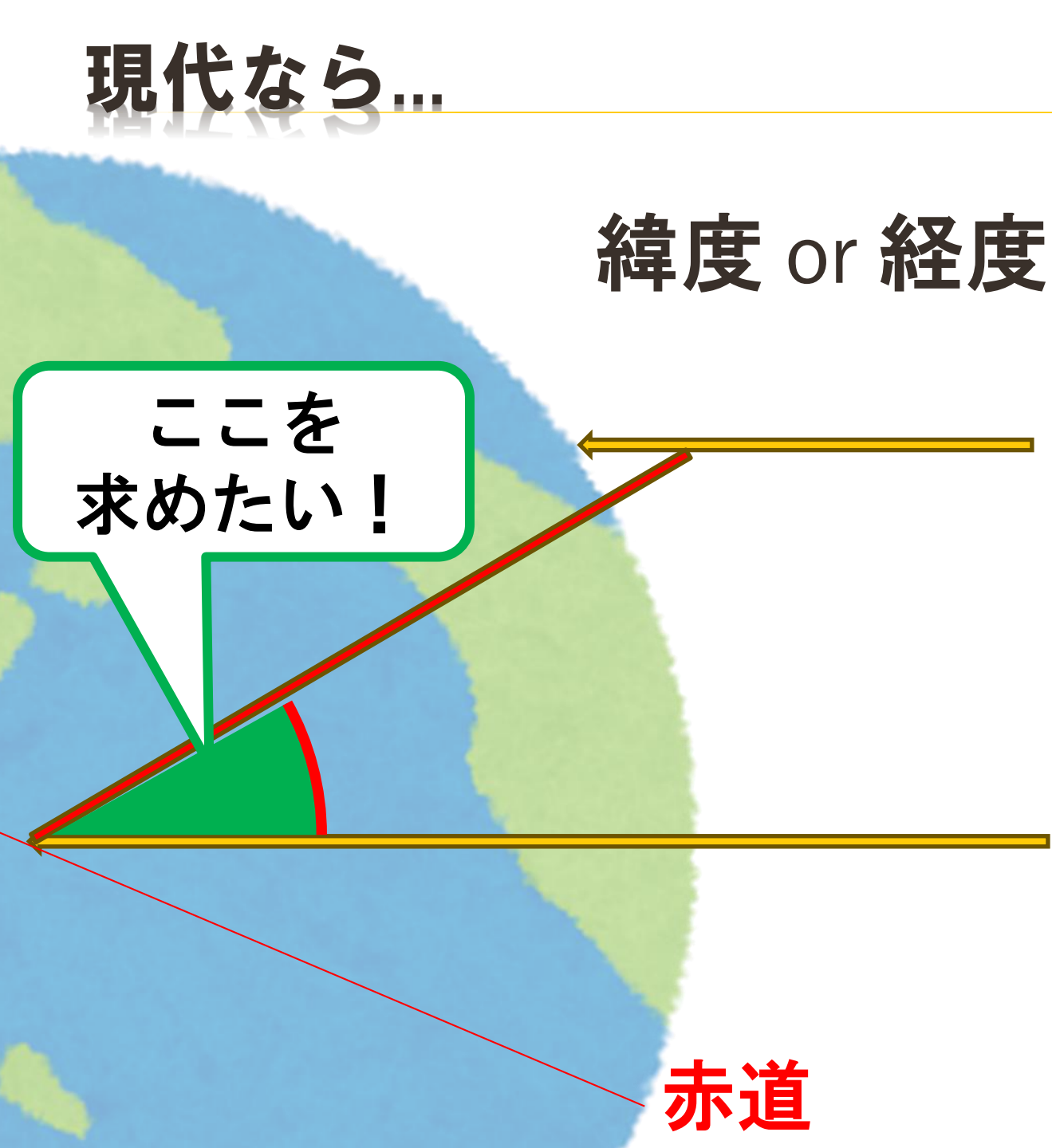
A diagram showing a portion of a globe with blue oceans and green landmasses. Two horizontal yellow lines with arrows at both ends represent the equator and a parallel of latitude. A red line is drawn from the center of the globe to a point on the surface, representing a radius. A green sector is formed by the radius and the parallel of latitude. A red arc indicates the angle between the radius and the tangent to the parallel at that point, which is the latitude. A green speech bubble with the text 'ここを求めたい！' (I want to find this!) points to the red arc.

現代なら...

緯度 or 経度を使おう！

ここを  
求めたい！

赤道

A diagram showing a portion of the Earth with blue oceans and green landmasses. A horizontal yellow line represents the equator, labeled '赤道' (Equator) in red text at the bottom right. A red line represents a meridian. A green shaded sector is formed by the equator, the meridian, and a red arc. A green callout box with the text 'ここを求めたい！' (I want to find this!) points to the red arc. A yellow arrow points left from the top of the meridian, and another yellow arrow points right from the bottom of the meridian.

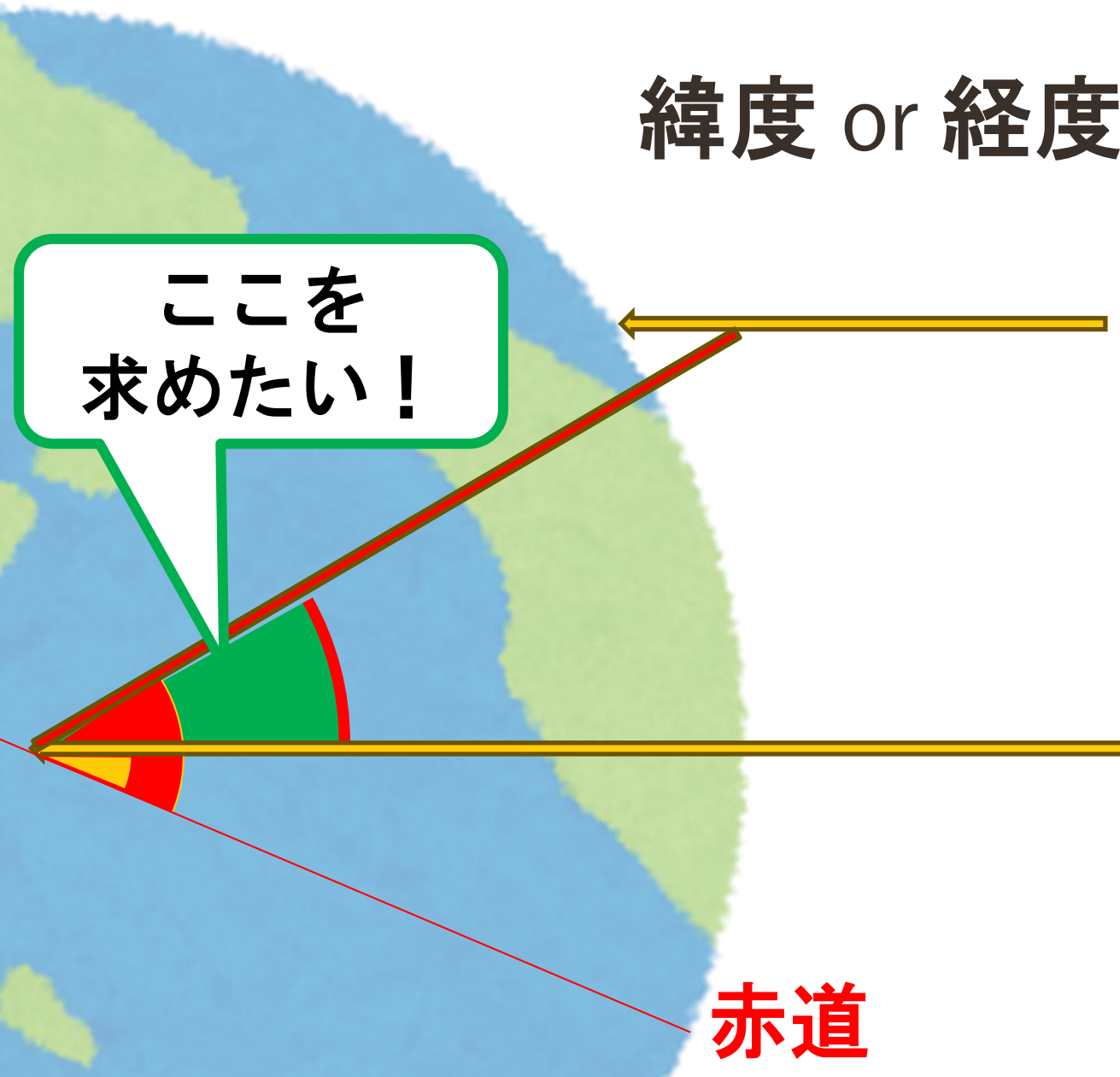
現代なら...

緯度 or 経度を使おう！

ここを  
求めたい！

この角度は  
緯度？経度？

赤道



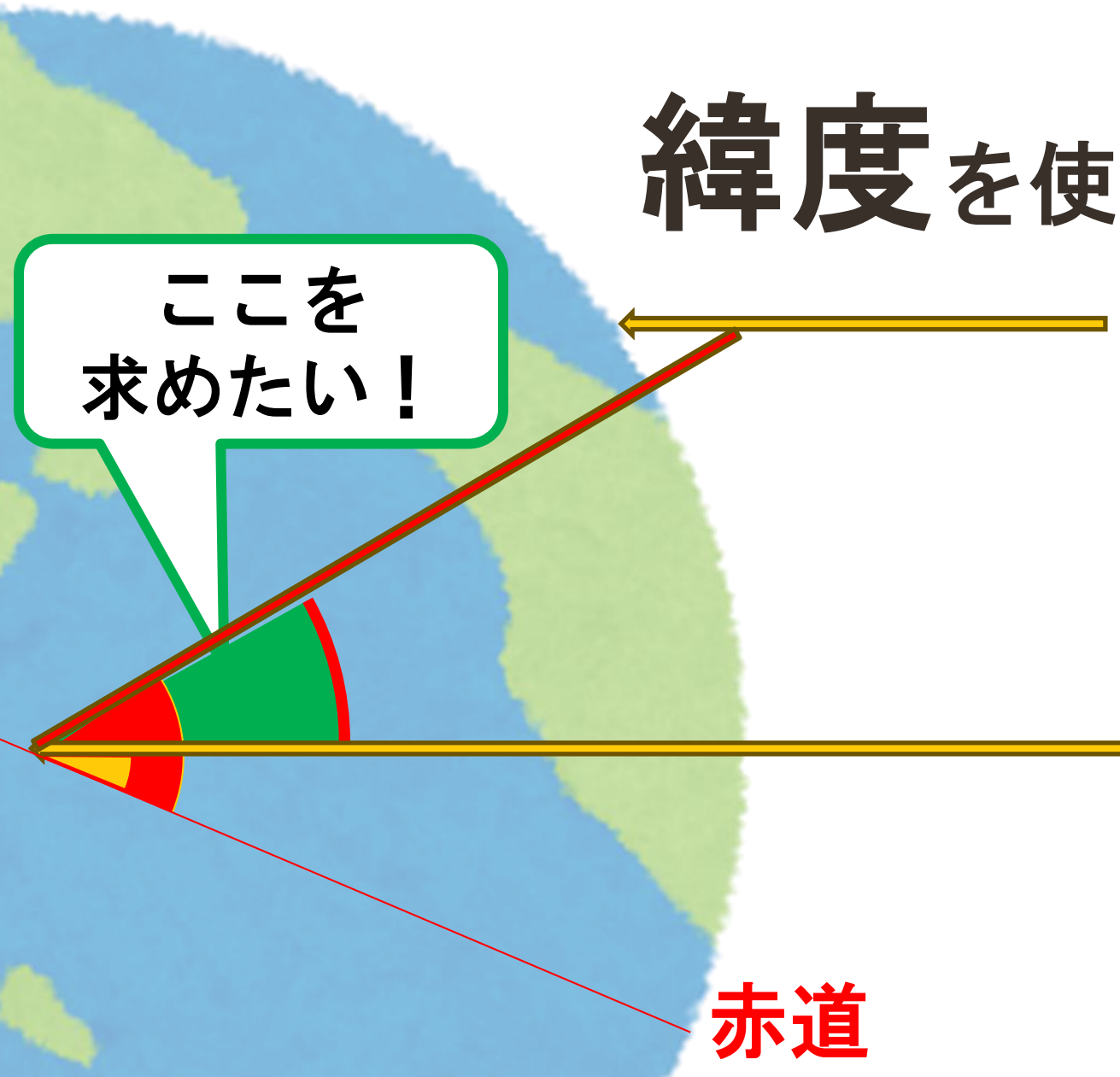
現代なら...

緯度を使おう！

ここを  
求めたい！

緯度！！！！

赤道



# 今回の測定

---

グラウンド（または廊下）で測定をします。

1. スタート地点のGPS座標をメモする
2. 北→南にまっすぐ歩いて、歩数を数えます
3. ゴール地点のGPS座標をメモします
4. GPS座標から、歩いた角度を計算する
5. 歩いた歩数から、歩いた距離を計算する
6. 角度と距離から、地球1周分の長さを計算する



# GPS座標の調べ方

①スマホでGoogle Mapを開く

②現在地の場所を長押しする

③下の方にでてくる



# 次回の連絡

---

- たぶんグラウンドでやる（クラスルーム要チェック）

## <持ち物>

- 赤ファイル
  - 筆記用具
  - スマホ
  - 熱中症対策
- 
- 測定が終わり次第教室に戻る



# 今回の測定

---

グラウンド（または廊下）で測定をします。

1. スタート地点のGPS座標をメモする
2. 北→南にまっすぐ歩いて、歩数を数えます
3. ゴール地点のGPS座標をメモします
4. GPS座標から、歩いた角度を計算する
5. 歩いた歩数から、歩いた距離を計算する
6. 角度と距離から、地球1周分の長さを計算する

# 計算の流れ

①（自分が歩いた歩数）×（自分の1歩の大きさ）を計算する。

⇒自分が何m歩いたかが分かる

②スタートとゴールの緯度の大きさを引き算する。

⇒自分が何度分歩いたかが分かる

③「自分が何m歩いたか」と「自分が何度分歩いたか」から  
「地球1°分だと何kmになるか」を求め、  
「地球1周分（360度分）だと何kmになるか」を求める。

# 計算の流れ

①（自分が歩いた歩数）×（自分の1歩の大きさ）を計算する。

⇒ **自分が何m歩いたか**が分かる

②スタートとゴールの緯度の大きさを引き算する。

⇒ **自分が何度分歩いたか**が分かる

③「**自分が何m歩いたか**」と「**自分が何度分歩いたか**」から  
「地球1周分（360度分）だと何kmになるか」を求める。

「**自分が何m歩いたか**」：「**自分が何度分歩いたか**」 = x km：360°



# みんなの結果を見てみましょう！

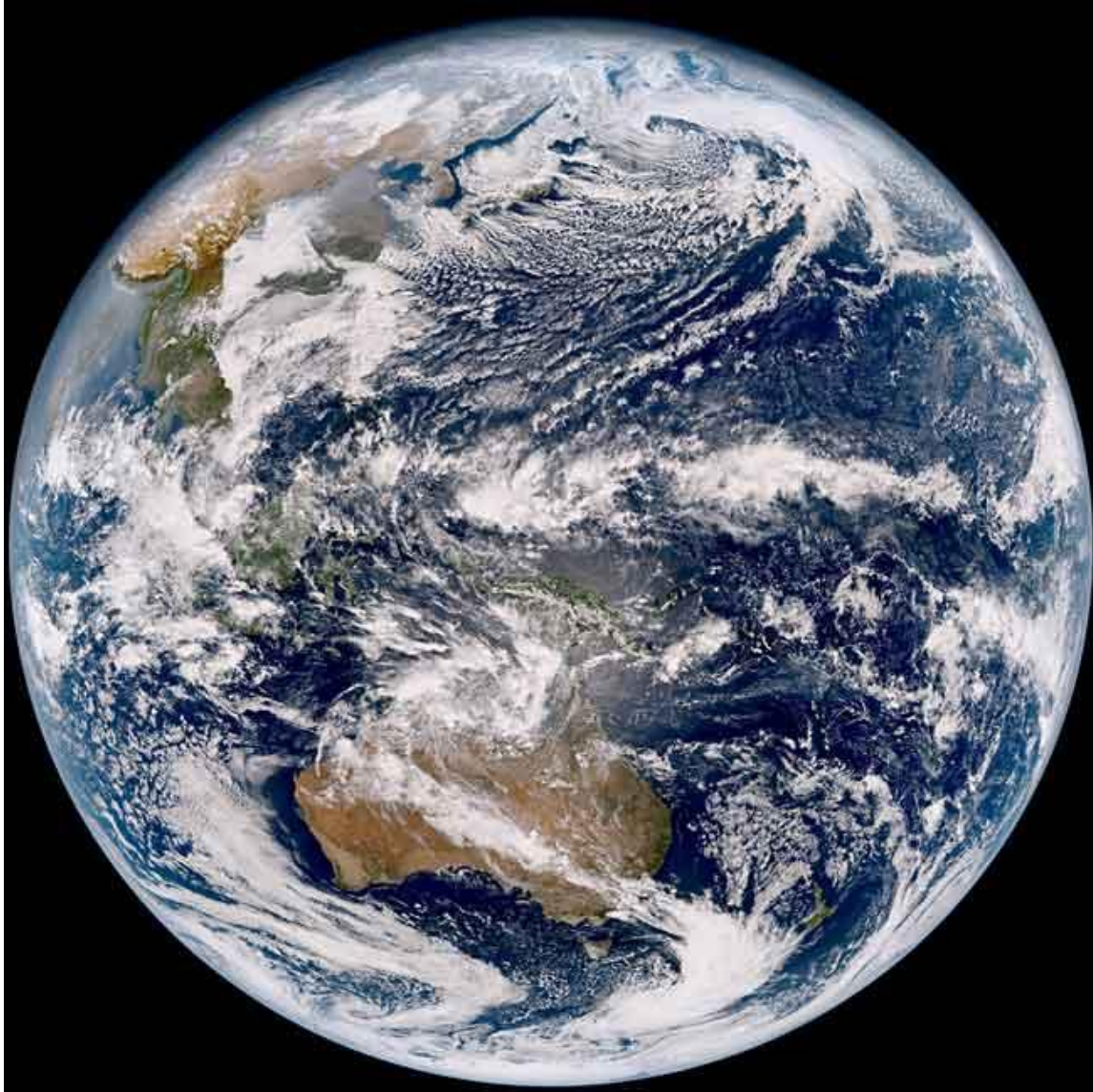
---

- ほかの人の結果も見ながら、地球1周の長さが大体どのくらいかイメージしてみよう！



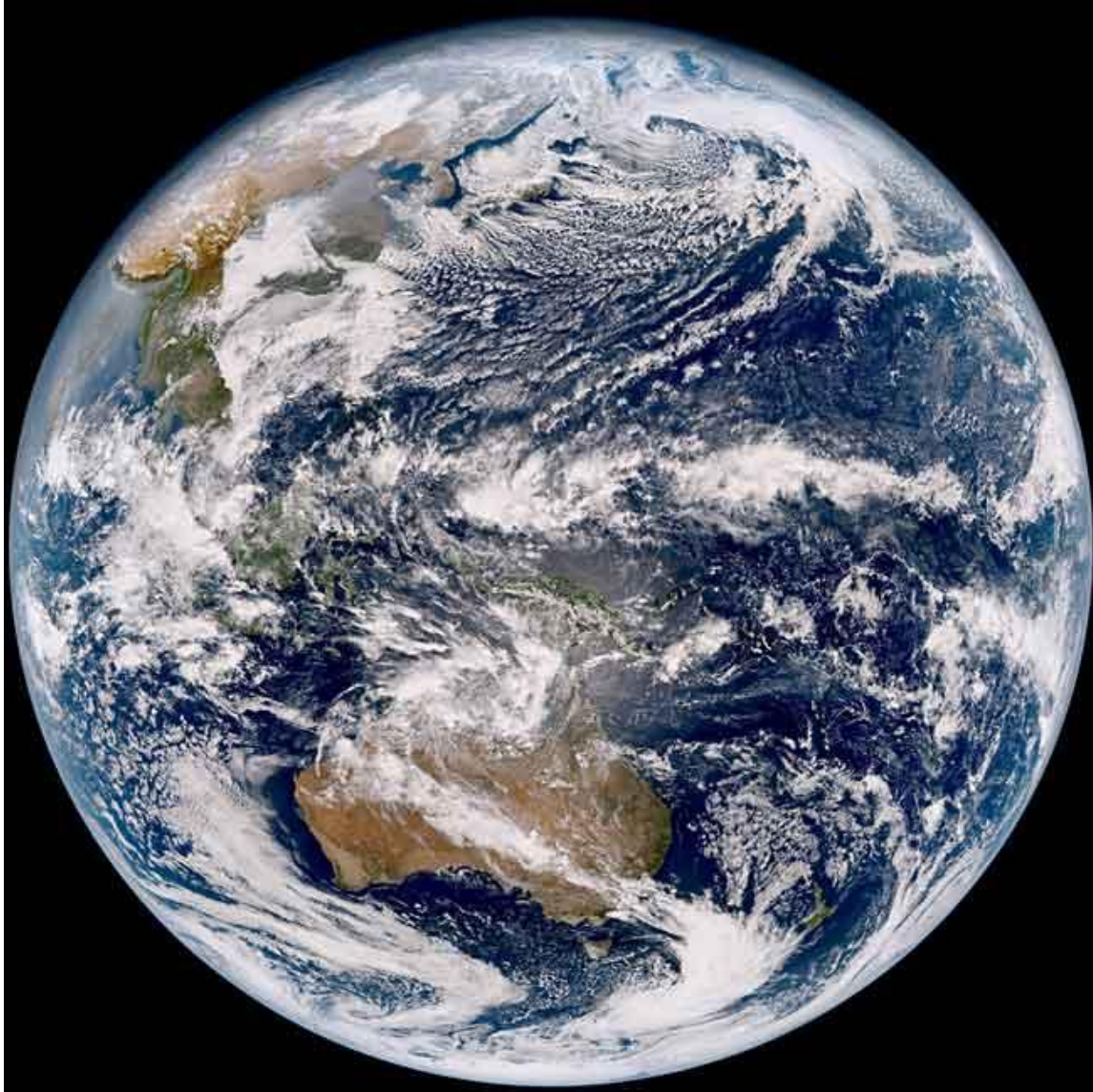
# 本当の地球の大きさは？

---



地球を南北方向に1周すると...

# 本当の地球の大きさは？



地球を南北方向に1周すると...

**約40,000 km**



# 本当の地球の大きさは？



地球を南北方向に1周すると...

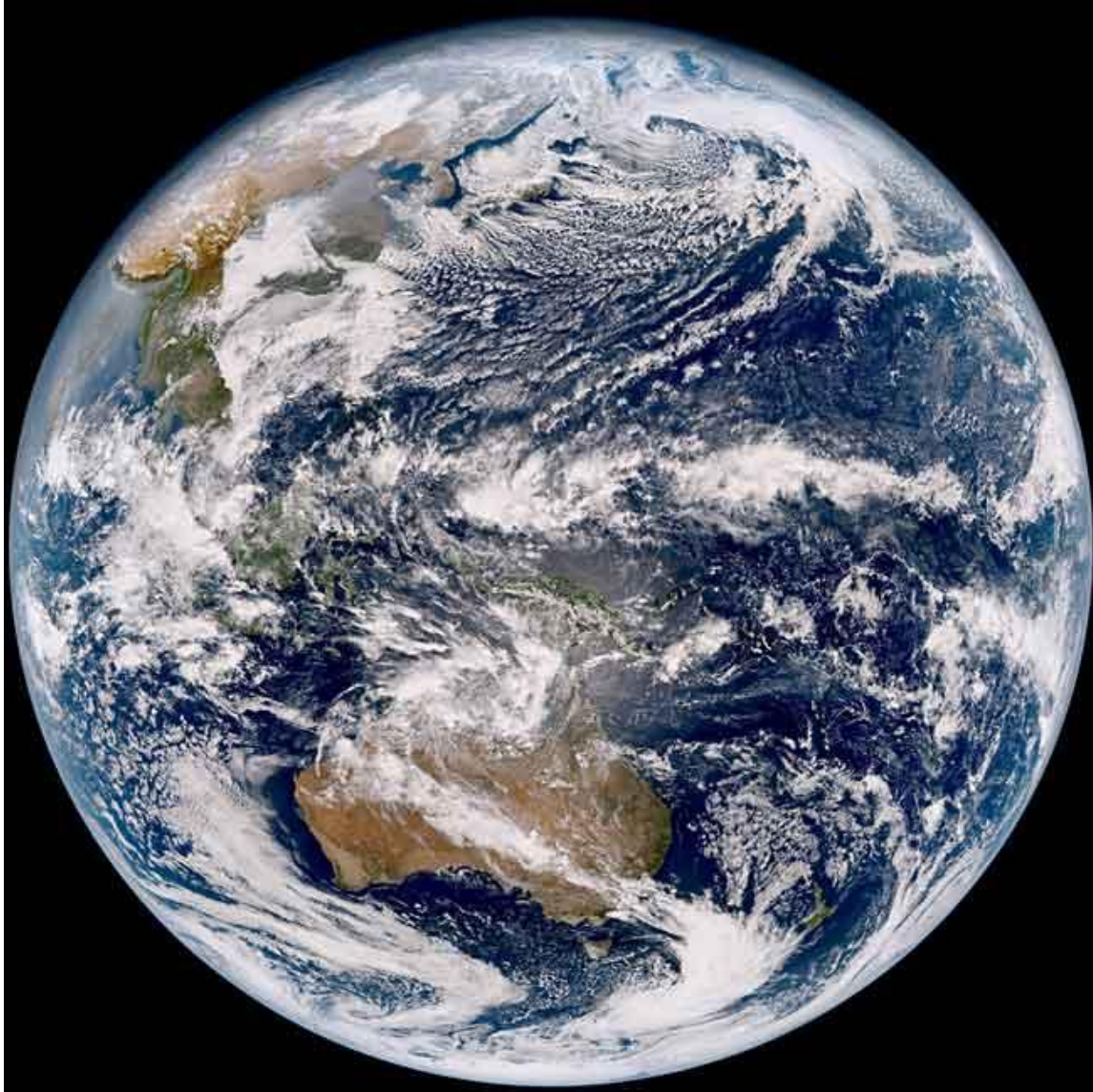
**約40,000 km**

計算モデルによって

40,009km だったり

40,007km だったりする

# 本当の地球の大きさは？



地球を南北方向に1周すると...

約40,000 km

みんなの測定結果は  
どのくらい正確かな？

**誤差を求めてみよう！**

---

**どんな誤差の求め方を知ってる？**

# 誤差を求めてみよう！

---

## ①一番簡単な誤差の求め方（絶対誤差）

「測定した値」と「真の値」の**差**を求める



# 誤差を求めてみよう！

---

## ①一番簡単な誤差の求め方（絶対誤差）

「測定した値」と「真の値」の差を求める

「測定した値」－「真の値」＝絶対誤差

# 誤差を求めてみよう！

---

## ①一番簡単な誤差の求め方（絶対誤差）

「測定した値」と「真の値」の差を求める

「測定した値」－「真の値」＝絶対誤差

長所：直感的にわかりやすい

短所：同じ誤差でも、「真の値」の大きさによって  
誤差の大小が変わる



# 誤差を求めてみよう！

---

短所：同じ誤差でも、「真の値」の大きさによって  
誤差の大小が変わる

# 誤差を求めてみよう！

---

短所：同じ誤差でも、「真の値」の大きさによって  
誤差の大小が変わる

誤差 1 m

これって大きい？小さい？

# 誤差を求めてみよう！

---

短所：同じ誤差でも、「真の値」の大きさによって  
誤差の大小が変わる

誤差 1 m

これって大きい？小さい？

A：測定結果が 1 m だったけど、実は 2 m だった

# 誤差を求めてみよう！

短所：同じ誤差でも、「真の値」の大きさによって  
誤差の大小が変わる

誤差 1 m

これって大きい？小さい？

A：測定結果が 1 m だったけど、実は 2 m だった

B：測定結果が 1 km だったけど、  
実は 1.001 km だった

# 誤差を求めてみよう！

---

## ②誤差の大小がわかりやすい誤差（相対誤差）

# 誤差を求めてみよう！

---

## ②誤差の大小がわかりやすい誤差（相対誤差）

「測定した値」と「真の値」の**差の割合**を求める

# 誤差を求めてみよう！

## ② 誤差の大小がわかりやすい誤差（相対誤差）

「測定した値」と「真の値」の**差の割合**を求める

$$\frac{\text{「測定した値」} - \text{「真の値」}}{\text{「真の値」}} = \text{相対誤差}$$

# 誤差を求めてみよう！

## ②誤差の大小がわかりやすい誤差（相対誤差）

「測定した値」と「真の値」の**差の割合**を求める

$$\frac{\text{「測定した値」} - \text{「真の値」}}{\text{「真の値」}} = \text{相対誤差}$$

長所：誤差の大小が「真の値」の大きさに依存しない

短所：直感的にどれだけずれているかわかりにくい



# みんなも相対誤差を求めてみよう！

今回は「%」で表したいので

$$\frac{(\text{「測定した値」} - 40000\text{km})}{\text{「40000km」}} \times 100 = \text{相対誤差}$$

- 計算できたら、プリントに記入
- 周りの人と誤差を比較してみよう！

# みんなも相対誤差を求めてみよう！

今回は「%」で表したいので

$$\frac{\text{「測定した値」} - \text{「真の値」}}{\text{「真の値」}} \times 100 = \text{相対誤差}$$

- 計算できたら、プリントに記入
- 周りの人と誤差を比較してみよう！
- エラトステネスさんの誤差は15%くらい

# 誤差の原因は何だろうか？

---

- みんなの誤差はどうして発生したんだろうか？

# 誤差の原因は何だろうか？

---

- 人的誤差（測定者のミスによる誤差）  
目盛りの読み間違え  
南北にまっすぐ歩いていない など
- 系統誤差（何回やっても生じてしまう誤差）  
GPSの精度 など
- 偶然誤差（測定ごとにばらつく、予測不能な誤差）  
1歩の大きさのずれ など

# 誤差の原因は何だろうか？

---

- 人的誤差（測定者のミスによる誤差）  
目盛りの読み間違い  
南北にまっすぐ歩いていない など
- 系統誤差（何回やっても生じてしまう誤差）  
GPSの精度 など
- 偶然誤差（測定ごとにばらつく、予測不能な誤差）  
1歩の大きさのずれ など
- **理論誤差（理論がそもそも間違っている）**

# 誤差の原因は何だろうか？

---

- **理論誤差（理論がそもそも間違っている）**

今回の測定法は

「地球が**完全に球形（円形）**であること」が前提

# 誤差の原因は何だろうか？

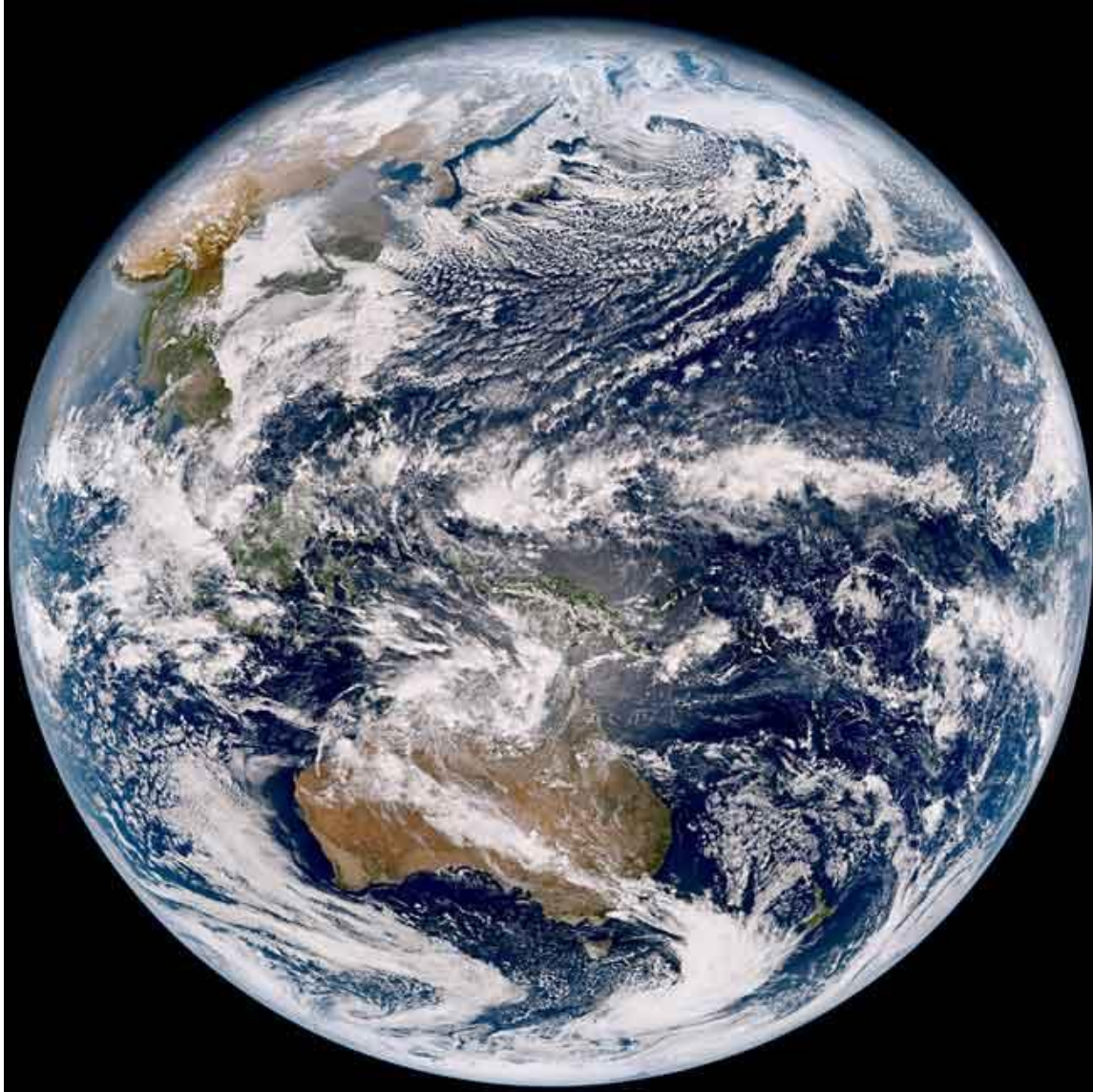
- 理論誤差（理論がそもそも間違っている）

今回の測定法は

「地球が**完全に球形（円形）**であること」が前提

地球って、本当に丸いの？

# 地球って本当に丸いの？

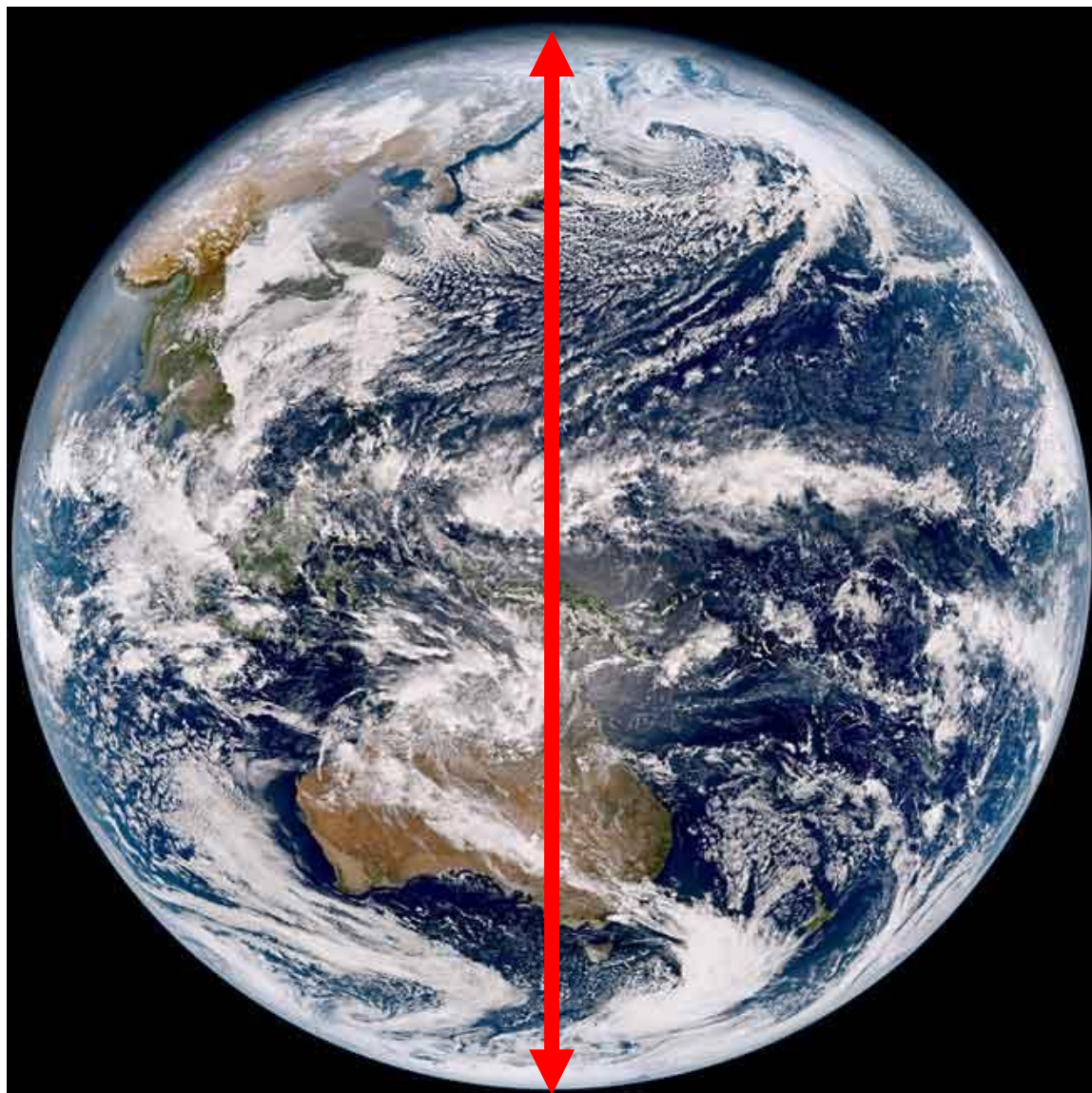


地球を南北方向に1周すると...

約40,009 km



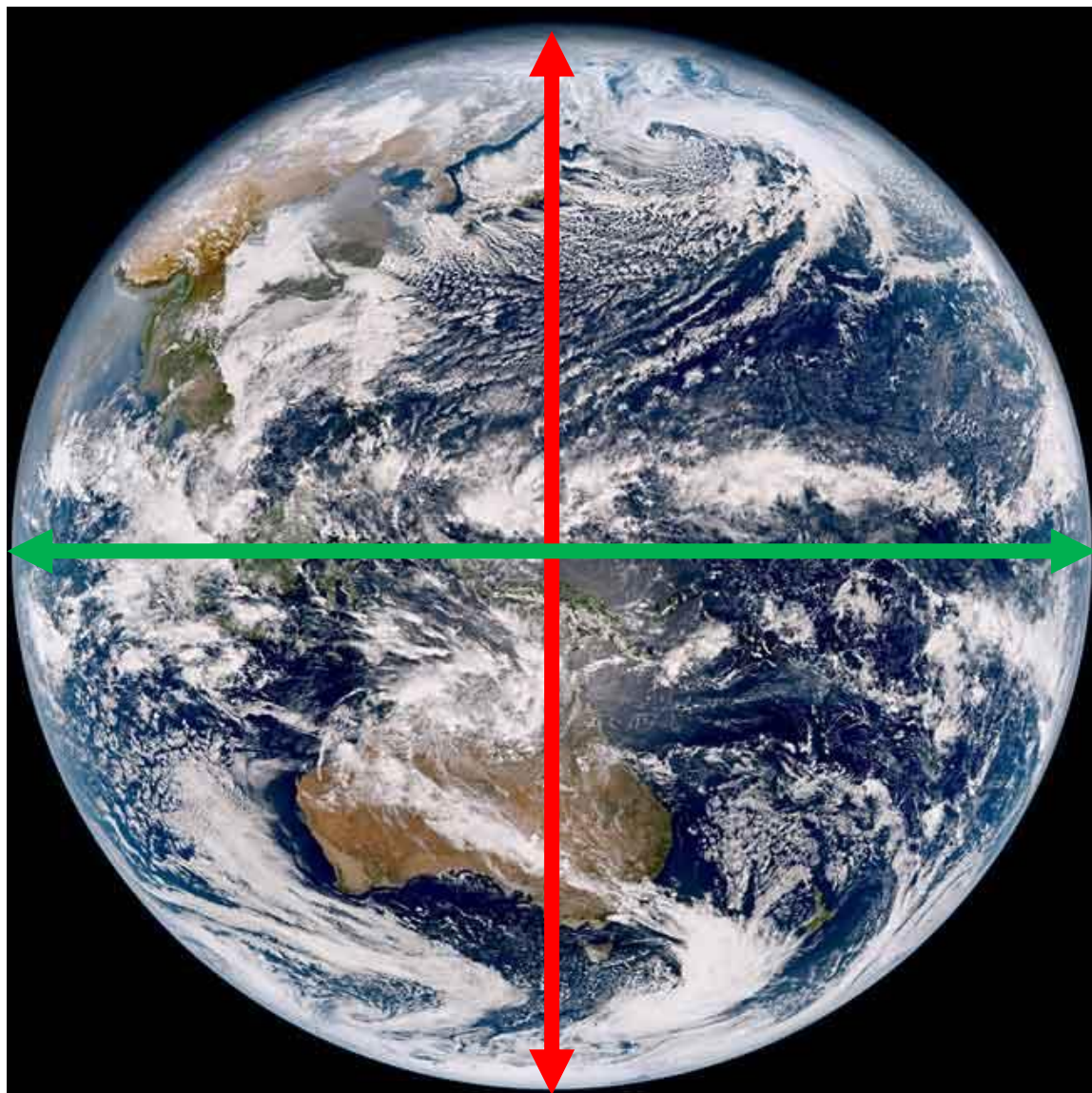
# 地球って本当に丸いの？



地球を**南北方向**に1周すると...

約40,009 km

# 地球って本当に丸いの？



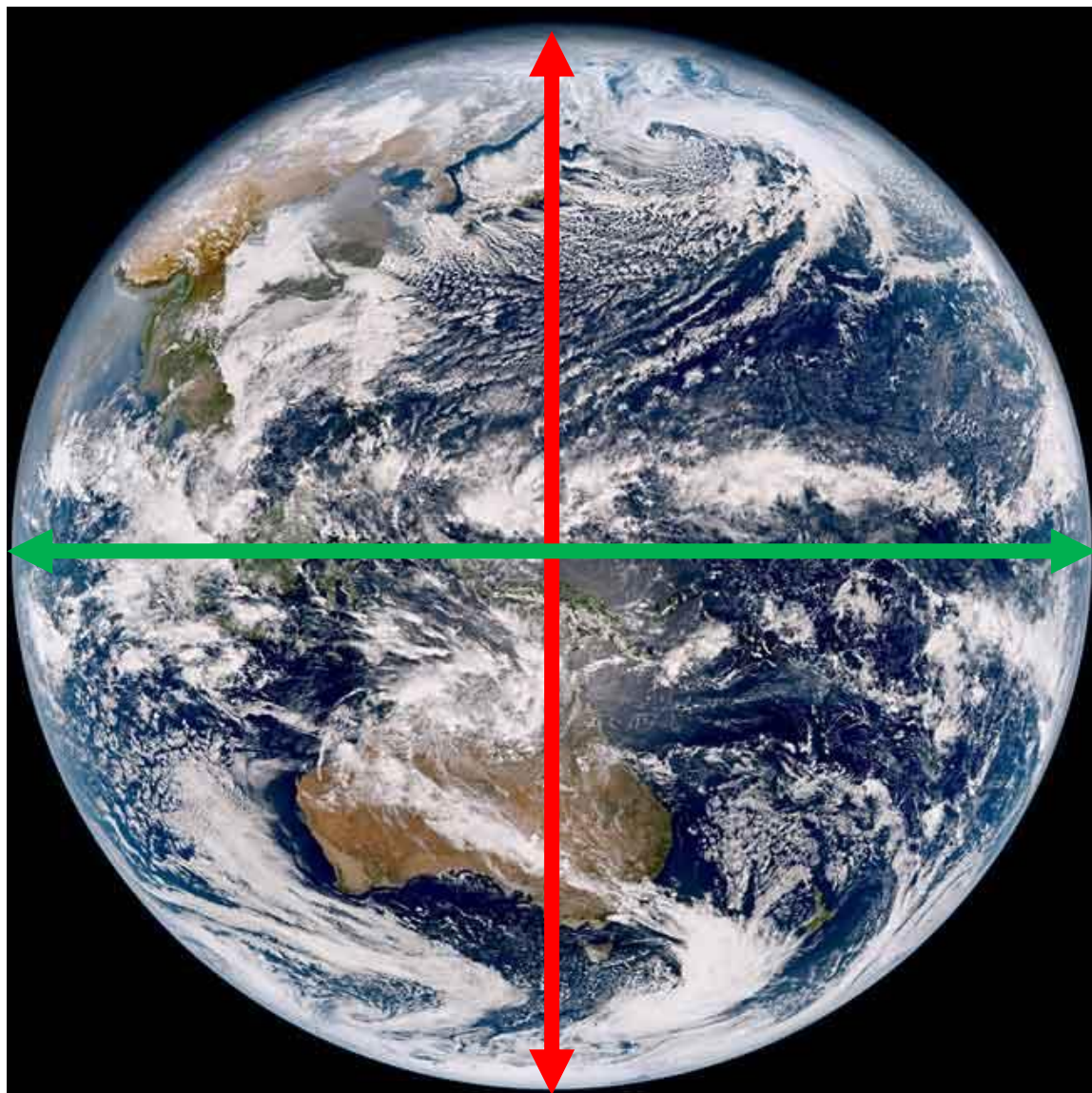
地球を**南北方向**に1周すると...

**約40,009 km**

地球を**東西方向**に1周すると...



# 地球って本当に丸いの？



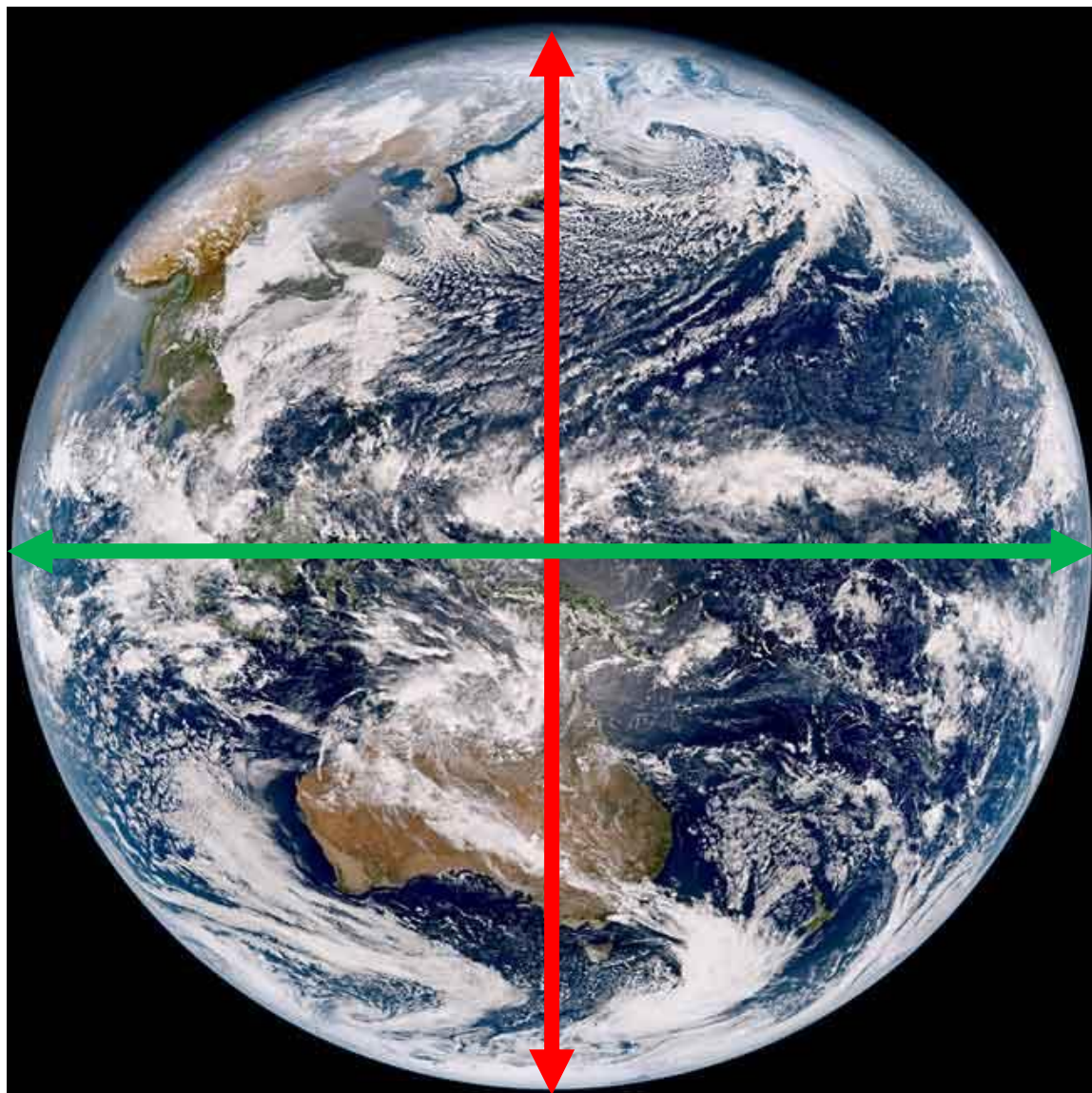
地球を**南北方向**に1周すると...

約40,009 km

地球を**東西方向**に1周すると...

約40,077 km

# 地球って本当に丸いの？



地球を**南北方向**に1周すると...

約40,009 km

地球を**東西方向**に1周すると...

約40,077 km

地球は楕円形

# 誤差の原因は何だろうか？

---

- 人的誤差（測定者のミスによる誤差）  
目盛りの読み間違い  
南北にまっすぐ歩いていない など
- 系統誤差（何回やっても生じてしまう誤差）  
GPSの精度 など
- 偶然誤差（測定ごとにばらつく、予測不能な誤差）  
1歩の大きさのずれ など
- 理論誤差（理論がそもそも間違っている）  
地球がそもそも楕円形 など



# 「地球の大きさ」を測ってみてどうでしたか？

- 地球の大きさの測定を終えて、気づいたことや考えたことを感想にまとめてください。