

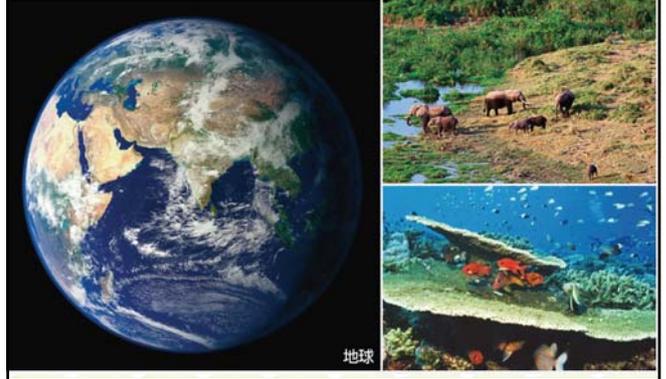
2019年度前期「地球科学」

地球の形と内部構造

2019年4月22日
 福島大学共生システム理工学類
 柴崎 直明

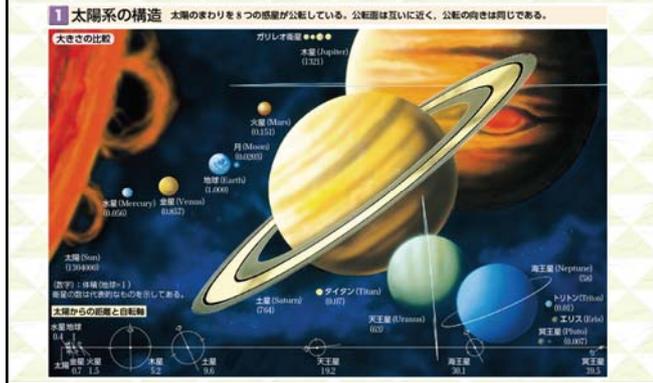
1

生命の星、水の惑星：地球



2

太陽系の惑星：地球 新地学図表 16ページ



3

太陽系の誕生



4

地球型惑星と木星型惑星

	地球型惑星				木星型惑星*				
	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星	
大気	なし	CO ₂ , N ₂	N ₂ , O ₂ , H ₂ O	CO ₂ , N ₂ , Ar	H ₂ , He, CH ₄	H ₂ , He, CH ₄	H ₂ , He, CH ₄	H ₂ , He, CH ₄	
構造	水星	金星	地球	火星	木星	地球の大きさ	土星	天王星	海王星
特徴	ケイ酸塩のマンデル、金属核の核がある (火星はマンデルに酸化鉄、核に酸化鉄も含む)。平均密度は 5.5 g/cm ³ 程度。				水素・ヘリウム・水・金属核の水素の層、岩石と水の層がある。地球型惑星と比べて平均密度は 1.3 g/cm ³ 程度。				

新地学図表 19ページ

5

原始地球の形成



6

原始地球の誕生

原始地球はマグマの海に覆われ、
やがて水蒸気やガスが大気や海のもとになった。



マグマの海におおわれた地球



誕生初期は隕石の落下も盛んだった。

海の形成

海は太陽の紫外線をさえぎり、
生命誕生に必要な環境を形成した。



原始の海 (イメージ図)



海底の熱水噴出孔

7

8

地球が丸い証拠

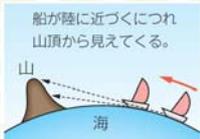


図1 航海中の山の見え方



地平線に沈む観覧車

対岸の観覧車の下部が欠けている。地球が平面ならば、観覧車は欠けずに円形に見えるはずである。地球が丸いため、観覧車の下部は地平線に隠されて見えなくなる。



月に映る地球の影

月食 (p.21) のようすを連続して撮影し合成すると、公転で動く月に地球の影が映る。地球が丸いため、影の輪郭が丸く見える。

新地学図表 60ページ

9

実際に地球が丸いことの証明・大航海時代

地球が丸いなら、この世の果ては無いはず。
ならば、一周回って戻ってくるはず。



図5 マゼランの世界一周

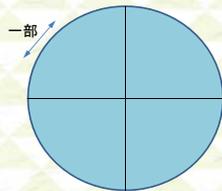
大航海時代 (16世紀)
マゼラン一行の
世界一周により、
証明された。

10

地球の大きさ(昔の測り方)

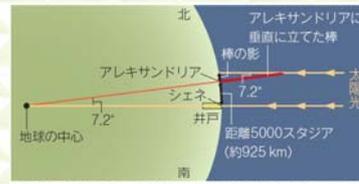
- 円周で大きさを比較する。
- 大きい円なので、全部測れない。

- 円周の一部を計測して、
- それをx倍すればいい。



11

エラステネスの測定(ギリシア)



ピザ1ピースから、全体の大きさがわかるように、扇形の中心角と弧の長さがわかれば、円の全周が求められる。

中心角: $360^\circ =$ 弧の長さ: 全周
したがって、
 $7.2^\circ : 360^\circ = 925 \text{ km} : \text{地球の全周}$
 $\text{地球の全周} = \frac{360^\circ}{7.2^\circ} \times 925 \text{ km}$
 $\approx \text{約} 46000 \text{ km}$

図4 エラステネスの考え方

●こぼれ話●
長さの単位にはいろいろあるが、便宜上、ヒトがあるものを標準にして決定している。

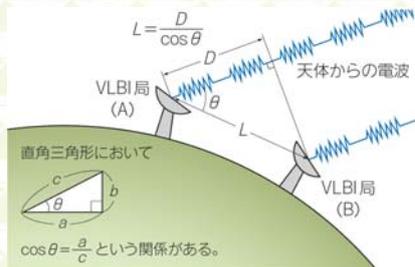
かつては地球の北極と南極を結ぶ円周の約4千万分の1を1mとした。メートルって、地球が基準なのです。

現在の測定では約4万Km

12

VLBIによる測定 (現在の測定法)

Very Long Baseline Interferometry,



地上のA, B局での電波の到着時刻の差より得た距離Dから、AB間の距離Lを算出する。 $L = D / \cos \theta$ である。

図6 VLBIによる2点間の距離の測定

13

地球の形は？

- 完全な球か？
- 円盤形か？
- ラグビーボール型か？

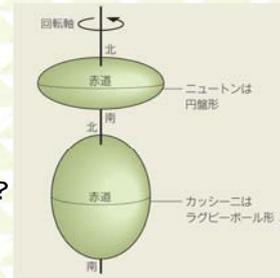
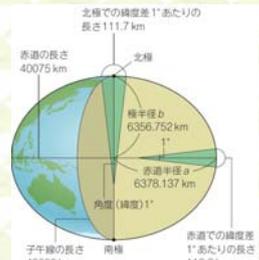


図7 ニュートンの考えとカッシーニの考え

14

地球の形の測定結果

- フランス学士院による「緯度差1° に対する子午線の長さの計測」



地球は赤道方向に膨らんだ回転楕円体つまり、ニュートン型。

表1 緯度差1° に対する子午線の長さ

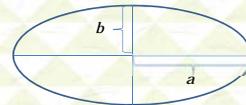
地名	緯度	緯度差1° あたりの弧長
ラブラント	66° 20' N	111.9 km
フランス	45° N	111.2 km
ペルー	1° 31' N	110.6 km

高緯度が長く、低緯度が短い

15

地球楕円体

- 地球の形に最も近い回転楕円体 **地球楕円体**
- 球(円)からのつぶれ具合(楕円ぐあい) **偏平率 f**



- 赤道半径 a 赤道円周から
- 極半径 b 極円周から

$$f = \frac{a - b}{a} = \frac{6378 \text{ km} - 6357 \text{ km}}{6378 \text{ km}} = \frac{1}{298}$$

限りなく0に近い ⇨ 球(円)に近い

16

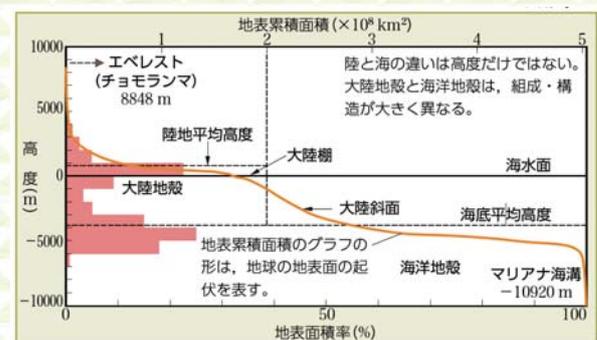
地球に関するデータ

地球の表面積	$5.09949 \times 10^8 \text{ km}^2$ (100%)
陸の面積	$1.48890 \times 10^8 \text{ km}^2$ (29.2%)
北半球	$1.00278 \times 10^8 \text{ km}^2$ (19.7%)
南半球	$0.48612 \times 10^8 \text{ km}^2$ (9.5%)
海の面積	$3.61059 \times 10^8 \text{ km}^2$ (70.8%)
北半球	$1.54695 \times 10^8 \text{ km}^2$ (30.3%)
南半球	$2.06364 \times 10^8 \text{ km}^2$ (40.5%)
赤道半径	6378.137 km
極半径	6356.752 km
偏平率	$\frac{1}{298.25722101}$
質量	$5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$

新地学図表
60ページ

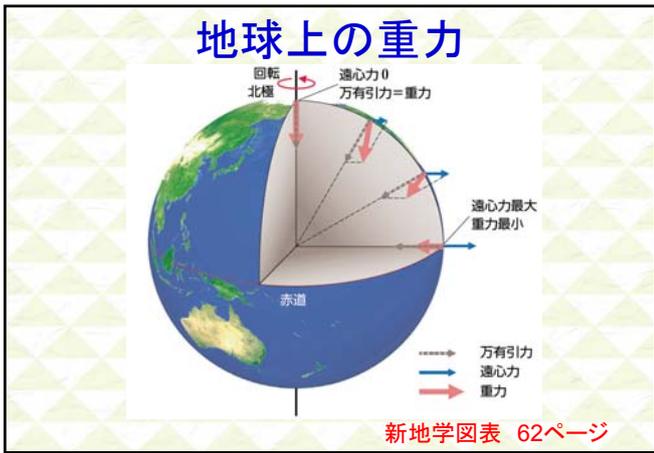
17

地球の高度分布と地表面の起伏



新地学図表 61ページ

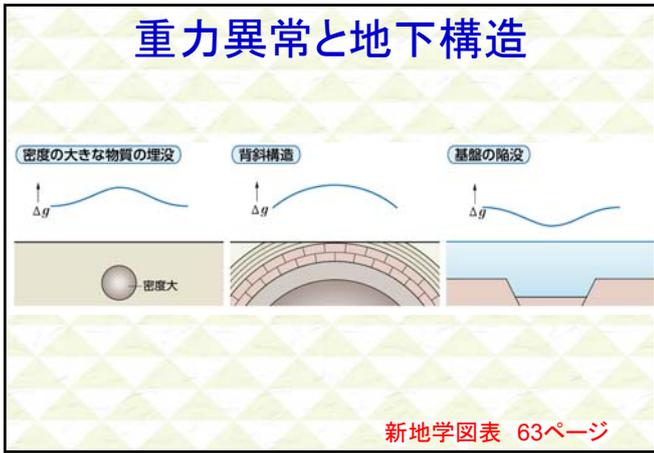
18



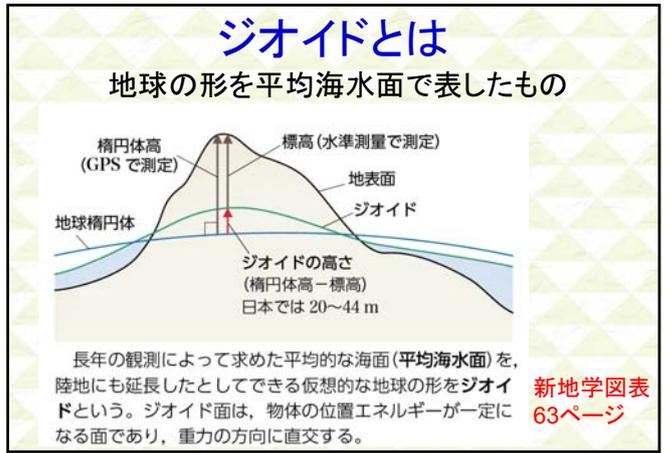
19



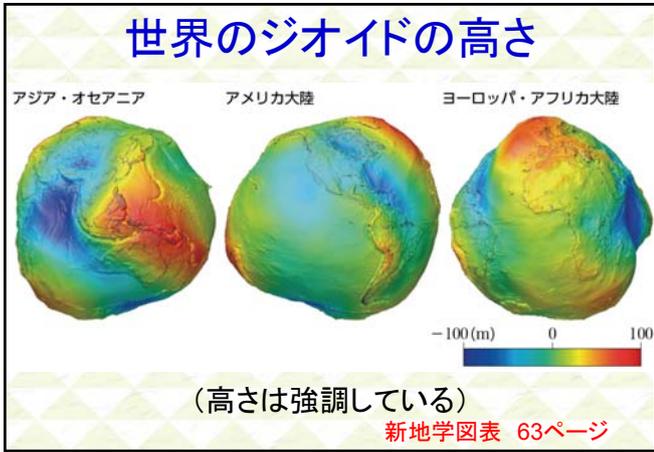
20



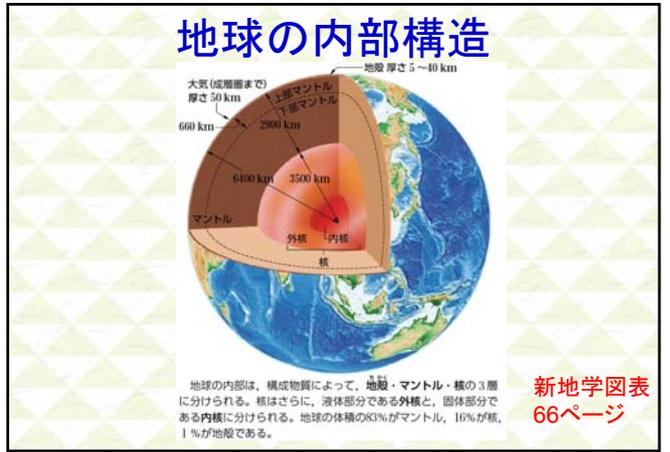
21



22

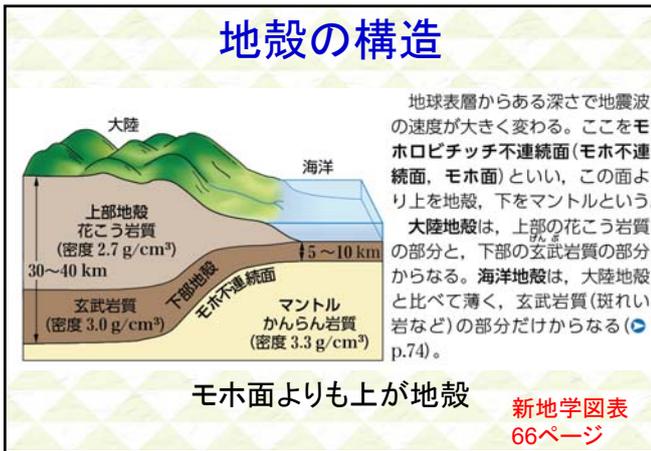


23



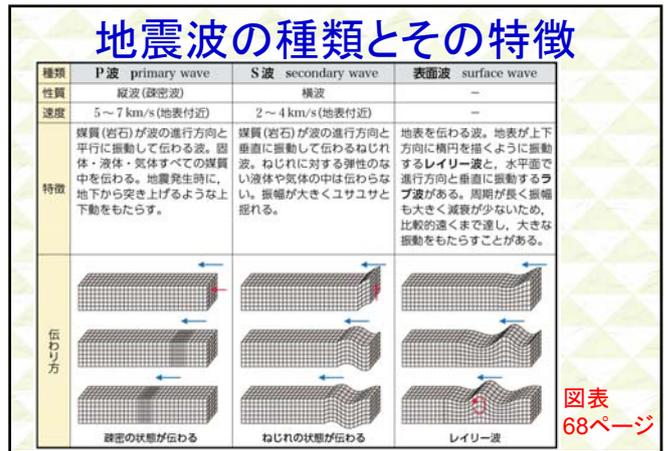
24

地殻の構造



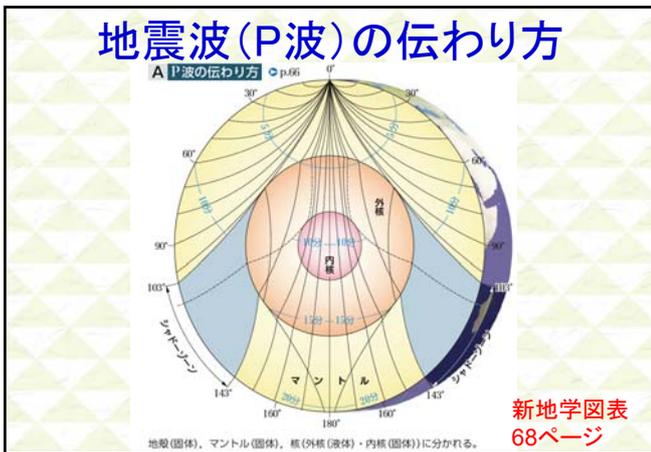
25

地震波の種類とその特徴



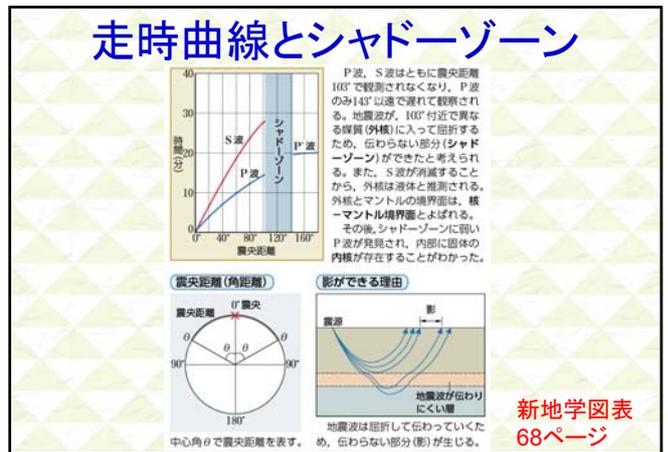
26

地震波(P波)の伝わり方



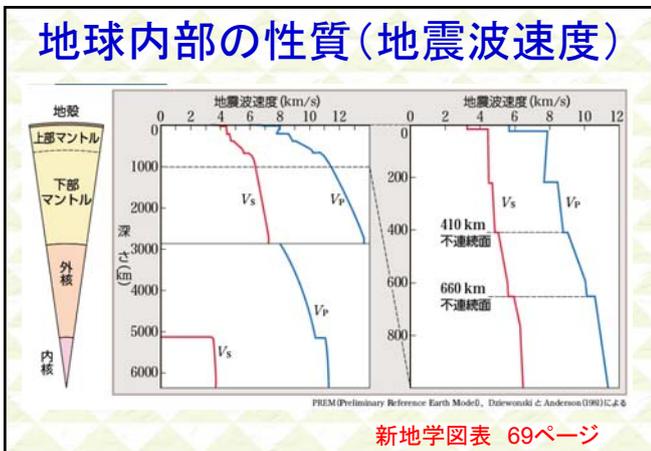
27

走時曲線とシャドーゾーン



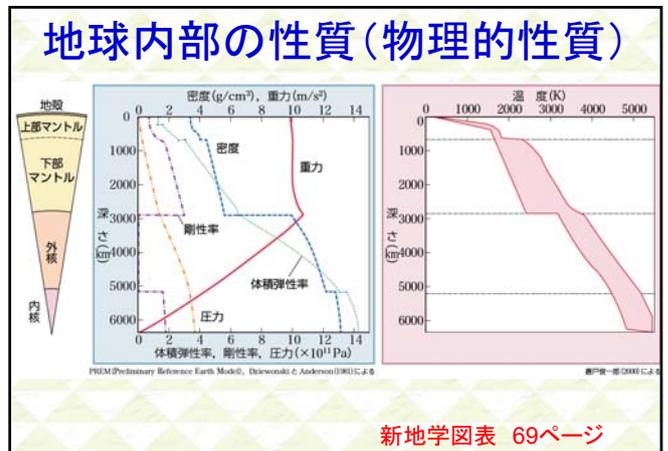
28

地球内部の性質(地震波速度)



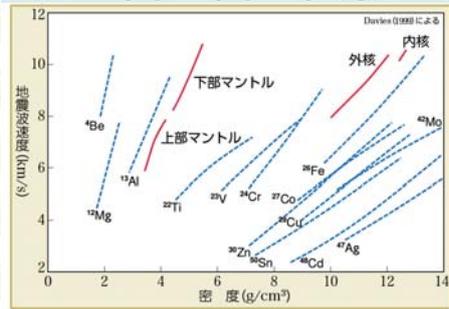
29

地球内部の性質(物理的性質)



30

高温高压実験



高温高压実験で密度が変化した金属について調べられた地震波速度と、地球内部の各層の地震波速度。内核は鉄に近い。

新地学図表 69ページ



それでは、また！