

惑星地球科学 1 (第1回目)

-惑星地球の構造と組成-

東京大学総合文化研究科：
小宮 剛 教授

komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp
http://www43.tok2.com/home/isua/

授業の内容(惑星地球科学 I)

- (1) 惑星地球の構造(4/20)
 - (2) 太陽系の構造とその形成, 地球の組成(4/27)
 - (3) プレートテクトニクスとブルームテクトニクス
(マントルダイナミクス) (5/11)
 - (4) 地殻の構造と形成プロセス(5/18)
 - (5) 地震とその予知(5/25)
 - (6) 火成作用(6/1)
 - (7) 堆積岩(6/8)
 - (8) 鉱床とエネルギー(6/15)
 - (9) 地球内部の不均質と物質大循環(6/22)
 - (10) 日本の地質構造発達史(6/29)
 - (11) 惑星地質学・月, 火星, 金星の構造と進化,
系外惑星(7/6)
 - (12) テスト(7/13)
- 休講：5/4

授業の評価

最後の授業で期末試験をする予定(+出席)

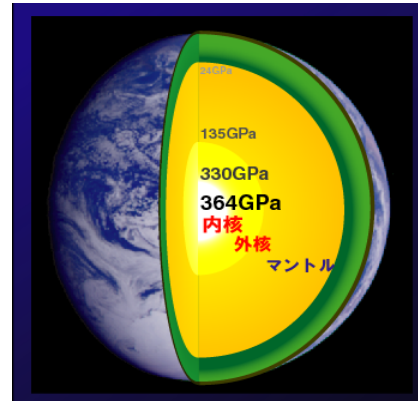
テストのルール：持ち込み可

持ち込みできる物：①授業で配布した資料、②各自のノート③教科書・本類

持ち込み不可の物：①コンピューター、電子辞書、携帯電話・iPad等(ネット接続可能な機器)②他人のノートや資料のコピー等

テスト問題の一つ：授業の中で説明した内容を一つ取り上げ、A4半ページ程度でまとめる。そして、その内容について、科学的(データなどに基づいて)に反論せよ。

採点基準の注意：テストは記述形式なので、似たような解答はあり得ない(独創性がないということ)で0点。もし一緒に勉強したとしても、違う(つまり複数の)課題にする。また、何か参考にしたもの(例えばネットの資料)があったら引用する。出席を取るため、出席していない時のものはダメ！(今回は関係なしかも)



地球の内部構造

地球内部の地震波速度分布

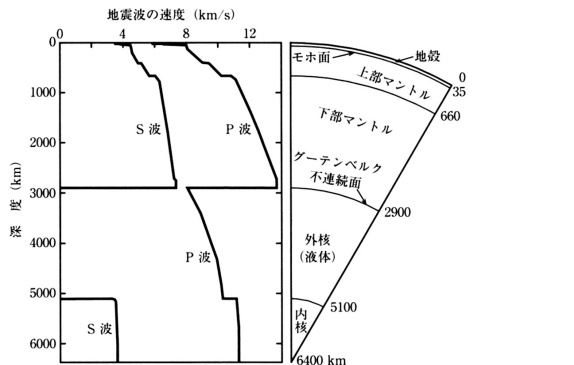
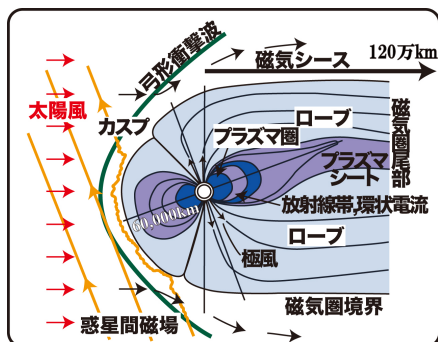
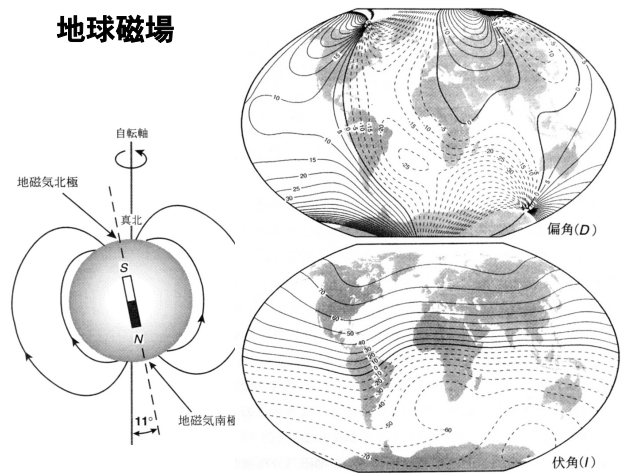


図 2.6 地球内部の地震波速度分布 (末広, 1996) と地球の成層構造

地球磁場

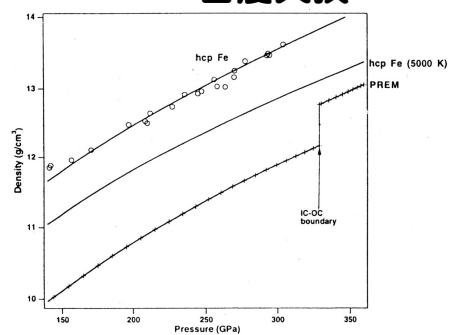


液体金属核と地球磁気圏と太陽風 (宇宙線)

静止衛星: 35,786km(地表から)

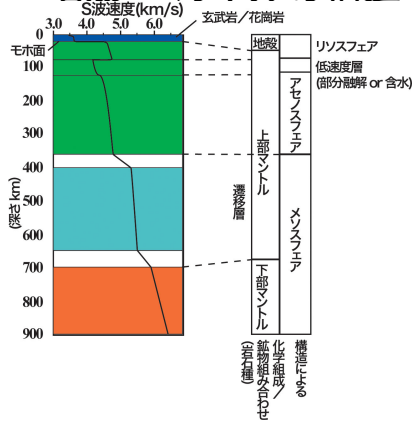
宇宙ST: <2000km 月まで: 38万km

コア: 内核(固体)と外核(液体)と 密度欠損



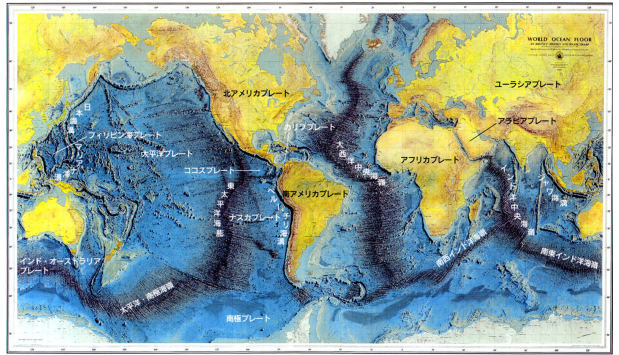
軽元素(Si, O, H, C, S)が溶け込んでいる

地殻-マントルの構造



地殻の構造

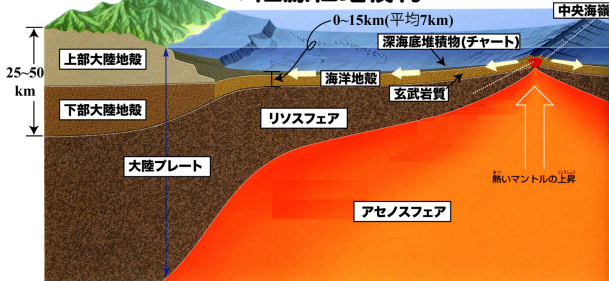
①大陸地殻, ②海洋地殻



①大陸地殻

上部大陸地殻(花崗岩類, 堆積岩, 変成岩, 付加体)
下部大陸地殻(玄武岩, 変成した玄武岩類)

②海洋地殻 玄武岩類 + 深海底堆積物 + 陸源性堆積物



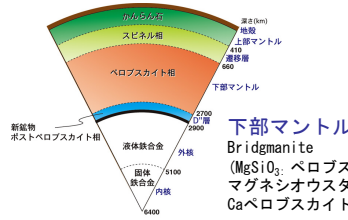
マントルの層構造と鉱物種の変化

マントル上部 (カンラン岩)

カンラン石 (Mg_2SiO_4)
斜方輝石 ($MgSiO_3$), 単斜輝石 ($CaMgSi_2O_6$)
ガーネット ($Mg_3Al_2Si_3O_{12}$)

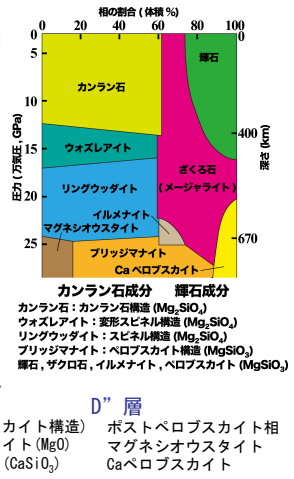
遷移層

wadsleyite (変形スピネル構造: Mg_2SiO_4)
ringwoodite (スピネル構造: Mg_2SiO_4)
メージャライト ($MgSiO_3$: ガーネット構造)



下部マントル

Bridgmanite ($MgSiO_3$: ペロブスカイト構造)
マグネシオウスタイト (MgO)
Caペロブスカイト ($CaSiO_3$)



D'層

ポストペロブスカイト相
マグネシオウスタイト
Caペロブスカイト

地球内部構造の原因: 化学組成, 岩石・鉱物組成, 力学物性

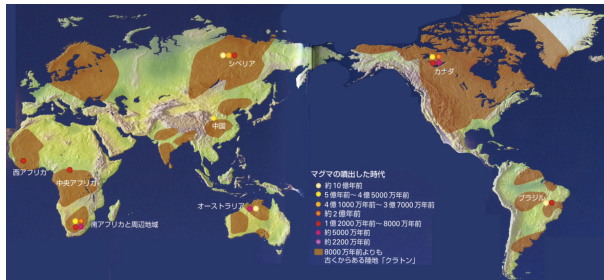
	化学組成	岩石・鉱物相	力学物性
モホロビッチ不連続面	地殻 6-60	花崗岩/玄武岩 6-60	リソスフェア (剛体) 60-100
マントル (上部)	カンラン石	440	アセノスフェア (可塑性) 200-300
	遷移層	440-520	
	ウォズレイト	520	
マントル (下部)	リングウッドイト	660	メソスフェア (より高粘性可塑性) 660-2900
	ブリッジマナイト	660-2700	
グーテンベルク不連続面	D'層 2900	ポストペロブスカイト相 2700-2900	液体 2900-5100
外核	液体	2900-5100	
	レーマン不連続面	5100	固体 (剛体) 5100-6400
内核	6400 km	6400 km	

地球の組成を直接推定 - マントル起源の岩石を探す -

どのような所でとれるのか



ダイヤモンド鉱山



- ①ダイヤモンド鉱山はクラトンにのみある。
- ②それらのクラトンの下にはテクトスフェアと呼ばれる地震波の速いマントルが存在する
- ③ダイヤモンドを運んだマグマ (キンバーライト) は、大陸分裂時などに噴火

マントルの石

	(1)	(2)	(3)
SiO ₂	45.32	44.21	44.20
Al ₂ O ₃	4.41	4.13	2.05
Cr ₂ O ₃			0.44
Fe ₂ O ₃	1.44	1.94	
FeO	6.37	6.98	8.29*
MgO	38.51	37.68	42.21
CaO	2.73	3.13	1.92
Na ₂ O	0.30	0.53	0.27
K ₂ O	0.02	0.13	0.06
H ₂ O ±	0.70	0.95	
CO ₂	0.036	0.038	

(4) マントルの主要鉱物

- 60% カンラン石 ($Mg, Fe)_2SiO_4$)
- 25% 斜方輝石 ($Mg, Fe)_SiO_3$)
- 10% 単斜輝石 ($Ca(Mg, Fe)Si_2O_6$)
- 5% アルミを含む相
- 60km以深 ガーネット ($Mg, Fe, Mn)_3Al_2Si_3O_{12}$)
- 60~10km スピネル ($Mg, Fe^{2+}(Al, Cr, Fe^{3+})_2O_4$)
- 10km以浅 斜長石 ($(Ca, Na)(Al, Si)_2Si_2O_8$)

