

0. はじめに

0-1 地球惑星科学とは

地球惑星科学の対象 地球と宇宙

地球惑星科学 = 地球科学 + 宇宙科学

	対象	現象・構造	起源・進化
地球	地球内部	地震学・測地学・地球電磁気学	地質学・惑星科学
	地球表層	気象学・海洋学・水文学	地質学・惑星科学
惑星科学	宇宙空間	超高層大気物理学・宇宙空間物理学	
	星・惑星系 銀河系・宇宙大構造	宇宙物理学・惑星科学 宇宙物理学・素粒子物理学	

もちろんより細かな学問領域もある。

地球宇宙の科学の特徴

- 自然界の仕組みを自然界に向き合いながら探る
- 単純化した系で同じ条件での実験を繰り返して自然法則を探るのとは異なるアプローチ（実証主義であることは共通）
- 総合化が重要：要素還元主義（伝統的な科学の手法）と相補うことで自然界を理解する

地球・宇宙を知る意味

- 自然界への興味：好奇心への解答
- われわれはどこから来てどこへ行くのか・見当識
- 功利的側面：科学技術の源泉・基盤，人間生活・防災・経済活動・軍事・国家戦略

0-2 本講義では

地球の構造と歴史に焦点 主に以下の事柄を学ぶ

- 構造：大きさ・形，成層構造，物理的，物質科学的性質
- 現象：短期的現象（地震・火山）・長期的現象（造山運動・風化・浸食）・これらを包括的に説明するプレート・テクトニクス理論

- 進化：地質記録から読み取った地球の表層と生物圏の歴史
- これらを知るための方法

1. 地球の概観

1-1 宇宙のメジャー（物差し）としての地球

国際単位系 SI 単位系や MKSA 単位系ともいう。長さの単位にメートル，時間の単位に秒，重さの単位にキログラム，電流の単位にアンペア，温度の単位にケルビンを用いる。

単位の由来 地球のさまざまな特徴に基づく。

より大きなスケールの単位 長さの単位として AU，パーセク，光年が用いられる。これらも地球の特徴を反映している。

1-2 地球のある場所

宇宙 約 150 億光年 我々の認識できる広がり， 10^{11} 個の銀河を含む。

局部超銀河団 半径 6 千万年光年 おとめ座超銀河団

局部銀河群 半径約 300 万光年，約 30 個の銀河

銀河系 半径約 5 万光年， 10^{11} 個の恒星を含む

オリオン腕

太陽系 隣の恒星までの距離=4.24 光年 (ケンタウルス座・プロキシマ)，太陽重力圏の半径 10^5 AU，太陽圏の半径約 100AU

第 3 惑星 太陽からの距離 1AU

1-3 宇宙史・地球史から見た現在

宇宙の始まりから 138 億年 (推定誤差 < 1%) 3 桁の精度で宇宙年齢が明らかになった (WMAP 衛星：2003 年)

太陽系の始まりから 45 億 6 千 8 百万年 (推定誤差 1%)

生命の誕生から 約 35 億年 (?)

大気への酸素の蓄積から 約 20 億年

カンブリア爆発から 約5億4千2百万年 多様な海洋動物が一齐に出現¹.

植物と動物の上陸 約4億1千6百万年

K/T境界から 約6千5百50万年 恐竜の絶滅, 哺乳類の時代へ

最終氷期から 約1万年

1-4 地球の特徴

特徴 貧二酸化炭素大気・海・大陸の存在. 他の惑星には見られない特徴.

およその構造 地球は, それぞれ特徴的な物質と固有の運動や循環を持ついくつかの物質圏からなり, それらが結合したシステムとして振る舞っている.

地球の構造

(半径 km)	主要成分	状態	化学結合の主形態
内核 (1221.5)	Fe	固体	金属結合
外核 (3480.0)	Fe	液体	金属結合
マントル (6350)	Mg,Si,O	固体	イオン結合
地殻 (6371)	Si,Al,Ca,O	固体	イオン結合
海洋 (6371)	H,O	液体	水素結合
大気 (>6371)	N,O	気体	共有結合

問題

問題番号に★が一つ付けてあるものは難しいが現在の知識でもきちんと考えれば解ける問題. ★が二つのものは現在の知識+アルファが必要な挑戦問題. 間違っても良いのでトライしてみたい. 試行錯誤が成長の糧になる.

1.1 宇宙の歴史を1年間に縮め, 宇宙のはじまりを1月1日午前0時0分0秒, 現在を12月31日24時0分0秒とする. このとき, 太陽系のはじまり, 生命の誕生, 海洋動物の爆発的出現(カンブリア爆発), 恐竜の絶滅, 最終氷期の終わり(農耕牧畜の開始時期)は, それぞれ何月何日どの時刻に起きたことになるか求めよ. ただしここで考える一年は, 閏年ではないものとする.

1.2 ★★ 地球の大きさが既知であるとき, これを利用して太陽と地球の間の距離を求めるにはどのような観測を行えばよいか考察せよ. ²

¹この短時間で種が一挙に多様化した事件をカンブリア爆発という.

²実は地球の大きさは宇宙の大きさを計る物差しになっている.