

第4回 講義内容

2024/10/14

配布物

- 04.Cosmology_contents.pdf このファイル Google classroom, web
- 04.Cosmology2024_Viewgraph.pdf スライド Google classroom, web
スライドファイルは当日朝に配布します。

講義内容 (予定)

- 今年のノーベル物理学賞
- §2.1 コペルニクス以前の宇宙観
- §2.2 ブラーエ, ケプラー, ガリレイ, ニュートンの時代

本日の復習課題例

こんなことを観たり, 調べたり, 考えてもらったら面白いかな, という程度のおまけ.

- 西洋物理学が日本に伝わったのはいつ? (p40 コラム 9)
関連するおまけ「幕末から明治初期にかけての西洋物理学の受容: 書誌対応を軸とする俯瞰」
<https://oit.repo.nii.ac.jp/records/705> (大阪工業大学紀要, 第67巻2号, 2023)

次回の予習項目

こんなことを調べてもらったら面白いかな, という程度の課題.

- ハレー彗星の軌道を地球が通過するときの流星群はいつ?
- アインシュタインの1905年の業績

レポート

第3回の講義のときに, レポート課題(第1回)『地球外生命体・地球外知的生命体について』を出しました.
締め切りは10月31日(木) 23:59です.

2. 近代物理学の夜明け：宇宙はどう理解されてきたのか
近代物理学をつくりあげた登場人物たち

コペルニクス Nicolaus Copernicus (1473-1543) 地動説

ブラーエ Tycho Brahe (1548-1601) 天体観測

ケプラー Johannes Kepler (1571-1630) 惑星運動の法則

ガリレイ Galileo Galilei (1564-1642) 慣性・自由落下運動 地動説の物理的根拠

ニュートン Isaac Newton (1642-1727) 運動の法則 万有引力

2. 近代物理学の夜明け：宇宙はどう理解されてきたのか
2.1 コペルニクス以前の宇宙観 2.1 コペルニクス以降の宇宙観

地球中心説 (天動説)

Claudius Ptolemaeus 83年頃 - 168年頃

太陽中心説 (地動説)

Nicolaus Copernicus (1473-1543)

図 2.13 コペルニクスによる天球 (補助線)。火星の位置が逆行することが物理的に説明できることより述べられている。[1]より

2. 近代物理学の夜明け：宇宙はどう理解されてきたのか
2.1 コペルニクス以前の宇宙観



■アリストテレス的宇宙 (紀元前4世紀):
天動説 (地球中心説) + 四元素説 (地, 水, 火, 空気)
→ プトレマイオス (2世紀) 以後1000年以上、
世界の「常識」となった。



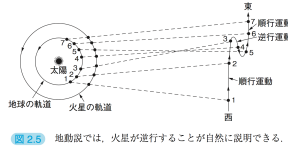
■アリストタルコス (紀元前3世紀):
古代の地動説 (太陽中心説)
太陽は月よりもはるかに大きく、地球よりも大きい。
そんな太陽が地球の周りを動くはずがない。

異端の説

2. 近代物理学の夜明け：宇宙はどう理解されてきたのか
2.1.2 コペルニクス『天体の回転について』(1543)



地動説 (heliocentric theory)
コペルニクス (16c)



「この仮説は真実でなくても構わない。観測に一致する計算結果が得られるというその一点で十分なのだ。」

この序文は友人が勝手に書いたそうだ。

2. 近代物理学の夜明け：宇宙はどう理解されてきたのか
コペルニクス以降の宇宙観



■コペルニクス (1473-1543)
「天体の回転について」(1543)
哲学的理想論「天は完全であり美しい」
→ 太陽中心説を提唱



■ヨハネス・ケプラー (1571-1630)
キリスト教との対立→ 焚刑
コペルニクス説を伝道
「恒星 = 宇宙に浮かぶ無数の太陽」

異端の説

2. 近代物理学の夜明け：宇宙はどう理解されてきたのか
2.2.1 ティコ・ブラーエと超新星の発見

ティコ・ブラーエ
Tycho Brahe (1546-1601)



精密で膨大な天体観測記録を残す
1572 超新星を発見 (SN1572, 通称「ティコの新星」)

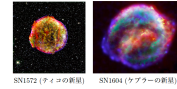


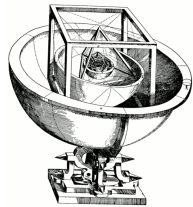
図 2.8 超新星 SN 1572 と SN1604 の現在の姿。数百年が経ち、爆発の先頭の衝撃波が周囲に広がっていて、超新星残骸 (supernova remnant) と呼ばれる。

観測的権威だが地球中心説支持
「太陽は地球の周りを回り、
惑星は太陽の周りを巡る」

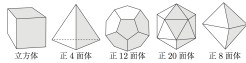


2. 近代物理学の夜明け：宇宙はどう理解されてきたのか
2.2.2 ケプラーによる惑星の運動法則の発見

ヨハネス・ケプラー
Johannes Kepler (1571-1630)



「宇宙の神祕」(1596年) に描かれた
ケプラーによる初期の多面体太陽系モデル



立方体 正4面体 正12面体 正20面体 正8面体

【物理】 ケプラーによる惑星の運動法則



ケプラーによる惑星の運動法則 (1609年, 1619年)

- 第1法則 楕円軌道の法則
惑星は太陽を1つの焦点とする楕円軌道を描く。
- 第2法則 面積速度一定の法則
太陽と惑星を結ぶ線分が単位時間に掃く扇形の面積 (面積速度) は、惑星それぞれについて一定である。
- 第3法則 調和の法則
惑星の公転周期 T の2乗と、惑星の楕円軌道の長軸半径 (長軸の長さの半分) a の3乗の比 T^2/a^3 は、惑星によらず一定である。

