

近代科学：観測事実にもとづく理解

コペルニクス
地動説(1543)

ガリレイ(1609) 惑星の望遠鏡観測
惑星の実体：地球のような天体

ケプラーの法則(1609-18) 惑星運動の法則
太陽系運動の実体の解明

ニュートン力学(1666-87)
太陽系運動の本質的の理解

8

天王星の発見

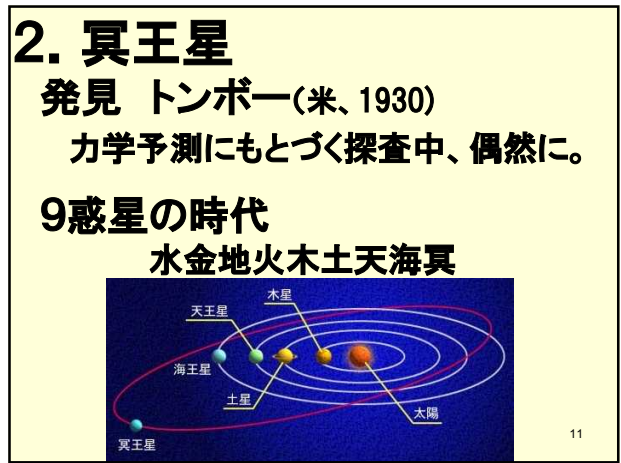
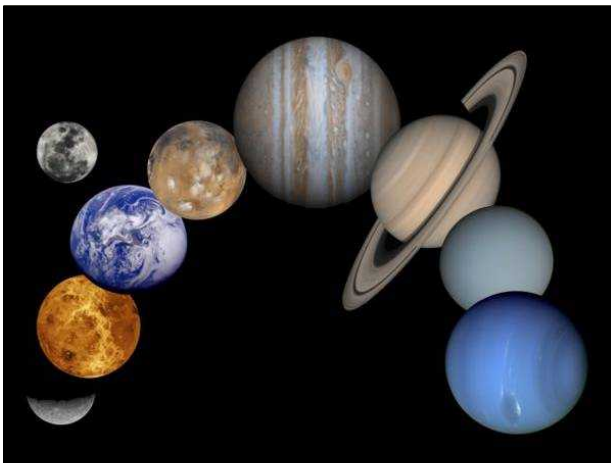
ハーシェル(英、1781)
恒星計数観測中偶然に

海王星の発見 ガルレ(独、1846)

力学理論による予測にもとづく

科学の勝利

8



軌道の特異性

- ・海王星より内側に入る
- ・軌道面が大きく傾いている
- ・軌道がかなり楕円

他の惑星とは起源が異なる？

発見当初から指摘もあったが、
詳しい研究が進まなかった

12

実体の解明

大望遠鏡、スペース観測の進歩によって



質量(1978) 地球の1/500
 直径(1990) 地球の1/5 (1200km)
 組成 氷(水・窒素・メタン)
 彗星と同じ

13

惑星表

名称	軌道半径		軌道傾斜(度)	赤道半径(km)	質量(地球=1)	密度(比重)	衛星数	組成
	地球=1	光速で時間						
水星	0.4	3	7	0.4	0.06	5	0	固体系 岩石
金星	0.7	6	3	1	0.8	5	0	
地球	1.0	8	0	1	1	6	1	
火星	1.5	12	2	0.5	0.1	4	2	
木星	5	43	1	11	320	1	63+	気体
土星	10	1 20	2	9	95	0.7	33+	
天王星	20	2 40	1	4	15	1	27	氷
海王星	30	4 11	2	4	17	2	13	
冥王星	40	5 30	17	0.2	0.0025	1	3	

惑星の種類(分類)



| 固体惑星 (地球型) | 巨大気体惑星 (木星型) | 巨大氷惑星 (天王星型) | ?

冥王星

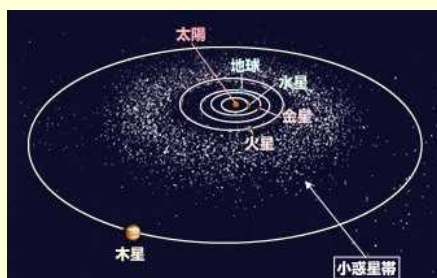
いずれの種類にも該当しない
 彗星のような微惑星の集合体
「惑星」とは異なる天体

15

3. 太陽系の小天体

小惑星

火星と木星の間に帯状に分布



16

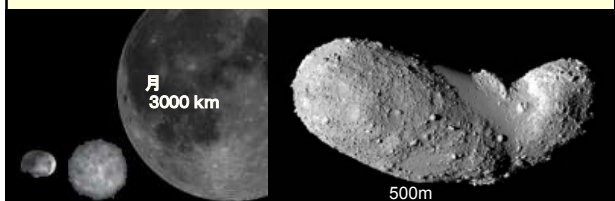
大きさ: 0.1?~1000km(冥王星程度)

組成: 岩石(隕石の起源)

個数: 約30万個確認

質量: 総質量<月

起源: 成り損ね惑星??



彗星

軌道 楕円・双曲線
傾き大
大きさ 50km以下
組成 核(本体):氷
岩石、有機物の塵を含む
尾:微粒子(塵)、ガス起源
起源 惑星系外の微小天体(原始彗星)
が太陽に近づき蒸発



彗星は太陽系形成の残存物質と考えらる

原始彗星の存在領域

彗星軌道の最遠点から推測(~1950)

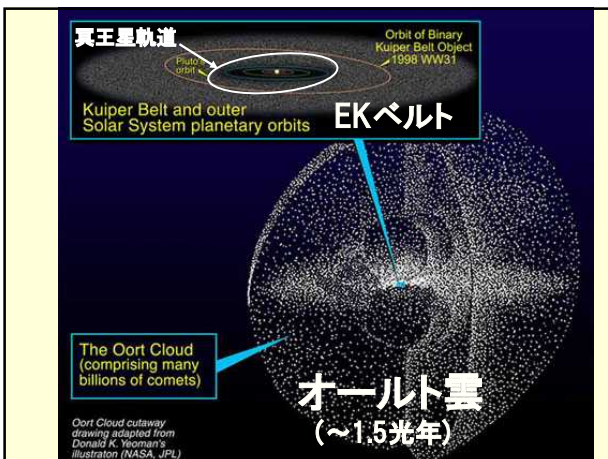
エッジワース・カイパーベルト(EKベルト)

惑星系のすぐ外側の帯状領域
直径 惑星系の2~3倍
天体数 数万個

オールトの雲

さらに外側の球状領域
直径 ~1.5光年
天体数 1兆?

19



4. Trans-Neptune-Objectの発見

(TNO:海王星以遠天体)

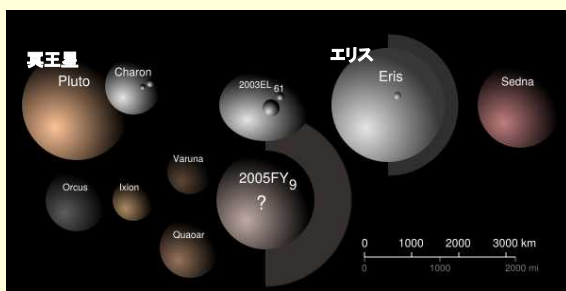
冥王星の外側に天体発見(米、1992)

EKベルト内を運動

現在までに1000天体以上確認(すべて、米)



冥王星と同程度の天体もふくまれる
冥王星より大きなものも発見(2003)



5. 惑星の定義

“TNOは**新惑星**”

発見者等のプロパガンダ

VS

“冥王星・TNOは「惑星」とは異質”

学界での認識の定着

惑星の定義がないため、“混乱”が生じはじめる

23

国際天文学連合
 2003 「惑星」定義作成作業開始
 2006.8 決定
 プラハ
 8.15 提案
 1週間 議論
 8.24 決定



24

矮惑星(dwarf planet)
 太陽の周りをまわり、
 球形をしており、
 軌道付近の天体を「掃き清め」ていない
 衛星でない天体
 (質量が性質を決めている)
 冥王星への特別の言及
 矮惑星であり、TNOの原型。
 代表例、この種類で(偶々)最初に発見された



惑星
 水星 金星 地球 火星 木星 土星 天王星 海王星
 矮惑星
 ↑ ケレス (小惑星)
 ↑ 冥王星 (TNO)
 ↑ エリス (TNO)

惑星 水星～海王星
 矮惑星 ケレス、冥王星、エリス
 (今後増加:候補多数、発見)

28

6. 定義決定の問題点

(1)内容

- ・分類の境界に曖昧さ
 「球形」、「除去」の程度(今後検討の予定)
- ・矮惑星はヘテロジニアス
 小惑星とTNOは物理的性質、起源は異質
- ・太陽系外惑星系への拡張性に疑問

30

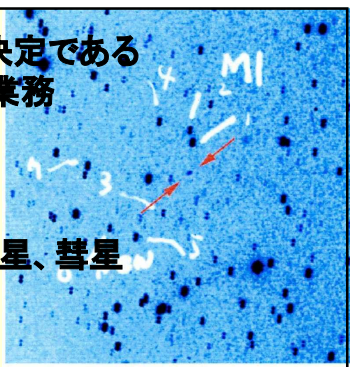
(2)手続き一多数決
 科学的な定義決定にはなじまない
 (本来は、研究の進歩とともに自ずと定まる)

科学事項として個人の決議権(出席者約400人)を設定したがアカデミックな方法とは隔たりが残る
 (IAU総会は加盟国単位の決議権)

34

IAU業務としての決定である
 天体登録・命名業務

- 星座
- 太陽系天体
- 衛星
- 小天体:小惑星、彗星
- 矮惑星、TNO
- 新星
- 超新星



小惑星
 (10138)
 Ohtanihiroshi

(3)社会的影響



36

・米国世論の反発
米人発見の唯一の惑星を「惑星の神殿」から「降格」



「復権」運動: 署名運動、政治運動、etc.
流行語
冥王星(pluto) = 降格させる(demote)

Headed for Pluto!

19:20:06, 19:00:00 UTC

- ・米国天文学界の反発
- 太陽系科学フロンティアの誇りに傷
- 冥王星探査プロジェクト縮小を懸念
- “「最後の惑星」のはじめての探査”に7億ドル
- 2006.1 「ニューホライゾン」打ち上げ
(トンポーの遺灰を搭載)
- 2015 冥王星探査
- 2020 EKB探査



- ・日本の学界・教育界
- 推奨訳語の検討
- dwarf planet 準惑星
- 定義の再検討を提唱
- 教科書などではなるべく使わない
- Trans-Neptune-Object 外縁天体
- planet(漂浪者) 惑星
- asteroid (星状) 「小惑星」が定着
- planetesimal(微惑星)

混乱に拍車?

40