

## 惑星の特徴 指導資料

### 1 目的

- ・ 惑星の赤道半径と平均密度は太陽からの距離に関係があること。
- ・ 惑星の分類が赤道半径と平均密度の相関図により、明白になること。
- ・ 惑星の平均密度から、構成物質を想定できること。

### 2 準備するもの

特になし

### 3 実習の所要時間 40分程度

実習(1)は太陽系スケールモデルの実習で行ったときの模型を見せながら、講義を行って解説してもよい。実習(2)は10分程度である。30分以内に完結する内容である。

### 4 解答

#### 実習(1)

地球型惑星と木星型惑星の範囲は図1の通り。

※ 密度は太陽に近い天体（地球型）が大きく、太陽から遠い天体（木星型）は小さいことが読み取れる。

（問の解答）密度は太陽に近い天体ほど大きいという傾向が見られる。

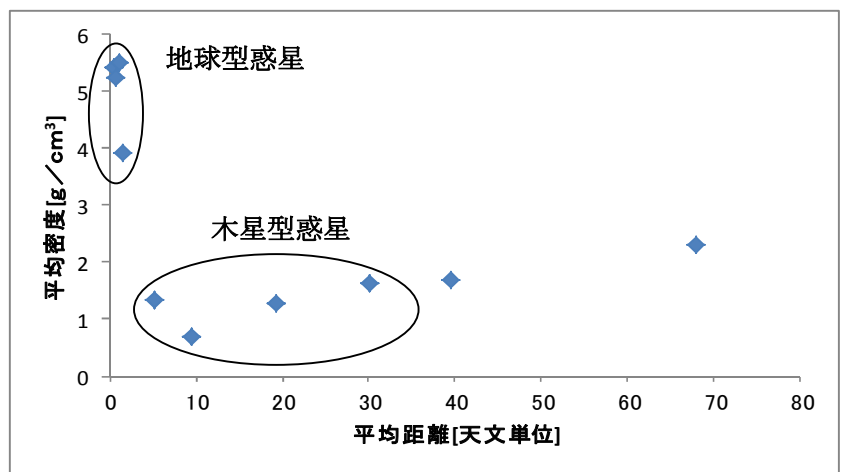


図1 実習(1)の解答例

#### 実習(2)

図2のとおり

#### ●考察

(1) 図2のとおり。

(2) 似たタイプ：木星・土星

異なるタイプ：天王星・海王星

※ 天王星と海王星は、大きさと密度より、巨大氷惑星（天王星型惑星）と区分されるようになってきた。

(3) 内部には鉄が存在する。

※ 密度から考えると、 $1\text{g/cm}^3$  と岩石  $(2.7\text{g/cm}^3)$  では、小さすぎる。全体の密度  $(5.5\text{g/cm}^3)$  になるためには、中心部に鉄やニッケルからできた金属のコアがあることが、推察できる。

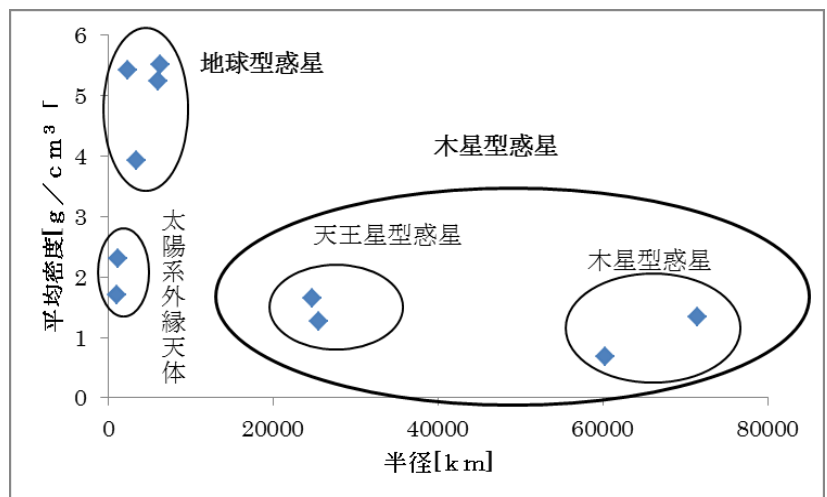


図2 実習(2)の解答例 地球型、木星型、太陽系外縁天体が見えればよい。参考に天王星型と木星型の分類も図示した。

## 5 実習上の留意点

- (1) 実習(1)では、冥王星、エリスを木星型惑星に含めないように注意すること。
- (2) 実習(1)の密度では、土星が最小であること、ガス惑星(木星型)は密度が低く、氷惑星(天王星型、外縁天体)は、氷と塵(ダスト)からできているので、密度が少し大きくなる。地球型惑星は岩石コアの存在が顕著である。
- (3) 実習(2)は、実習(1)に準じたものになるが、さらに天体の特徴が明白になる。地球型惑星、木星型惑星、太陽系外縁天体が見えてきて、枠で囲めればよい。また木星型惑星が2つのタイプに分かれることがグラフから読み取れればよい。

図の解答例には「太陽系外縁天体」という表記をしたが、準惑星である「小惑星ケレス」と「冥王星、エリス」とは太陽からの距離も大きく異なり、表面も前者が岩石、後者は氷である。最近の分類では、小惑星は「太陽系小天体としての小惑星」、冥王星・エリスは「冥王星型天体」、海王星の外側をまわる多くの小天体は「太陽系外縁天体」と区別するようになった。ここでは、冥王星・エリスを冥王星型とはせず、太陽系外縁天体とした。学術会議では、準惑星という用語は推奨されていない。遠からぬうちに、使われなくなるかもしれない。

## 6 中学校までの学習事項

- ・ 太陽系の中で、みずから輝いているのは太陽のみで、その他の天体は反射光である。
- ・ 金星などの内惑星は満ち欠けをするとともに、見かけの大きさが変化する。
- ・ 惑星は、半径によって地球型、木星型に分類できる。惑星の内部構造については触れない。

## 7 実習間のつながりについて

- ・ 『太陽系天体の大きさと広がり』のあとに、惑星分類の手法としてこの実習を行う。
- ・ この実習後に太陽系の惑星運動の特徴として、天の北極からみると反時計回りの公転をしていること、軌道傾斜角が小さくほぼ公転面が同一平面であることを講義する。
- ・ 『宇宙と地球をつくる元素』では、地球型惑星の元素組成を知る。
- ・ 最後に太陽系の成因について学習する。その際に、ここで行う惑星分類が太陽系形成論に、深いつながりがあることについて触れる。

## 8 補足説明

太陽系および惑星系の形成は、京都モデルとよばれる考え方が、ほぼ標準モデルといってよい。想像図は教科書等に載っているが、この実習との関連を整理すると以下ようになる。

### (1) 分子雲の収縮

星間物質とよばれる水素を主成分としたガスとケイ酸塩などの塵(ダスト)が収縮した。天の北極から見ると反時計まわりの回転収縮であったため、惑星の公転方向は反時計まわりである。これは偶然の産物で、初期条件が違えば、時計回りになった可能性もある。

### (2) 原始太陽系円盤の形成

収縮中心に原始太陽が誕生し、残った星間物質は円盤(ディスク)状にそのまわりを公転するようになった。このことで、大惑星の公転面の一致が説明できる。渦巻き銀河を含めて、このような円盤ができるのは原始太陽の重力と回転円盤の遠心力がつり合って、合力が円盤方向(赤道面)に働くからである。

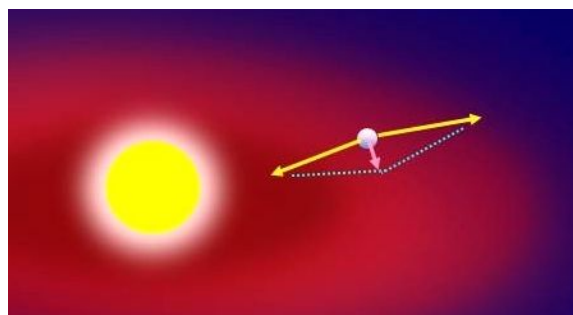


図2 原始太陽系円盤の形成

### (3) 微惑星の形成

原始太陽系円盤内のガスと塵は吸着、衝突・合体を繰り返し10km前後の大きさの微惑星が無数に誕生した。太陽に近い領域では塵が集まり岩石型微惑星、遠くはなれた領域ではガス成分を多く含んだ氷型微惑星ができた。前者は小惑星、後者は彗星の典型的なサイズであることから、それぞれの起源と考えられる。

(4) 原始惑星の形成

岩石型微惑星はさらに衝突・合体して 100-1000km 程度の原始惑星を作った。この段階で、原始惑星として進化が止まったものは、小惑星、太陽系外縁天体である。原始惑星段階になると、衝突熱による融解がおこり静水圧平衡で球形となった。原始惑星の一部は暴走的な成長をとげて地球程度、あるいはそれ以上の大きさの天体が誕生した。

(5) 固体惑星の誕生

岩石型微惑星をもとに成長した原始惑星は、さらに成長して密度の大きな地球型惑星となった。衝突熱と温室効果により、マグマオーシャンの時代があり、鉄やニッケルは中心部に沈みコアを作った。

(6) 巨大ガス惑星の誕生

太陽から離れた領域で成長した。原始惑星に岩石成分がなかったわけではなく、地球型惑星と同等程度の岩石・金属質のコアは存在すると考えられる。太陽の光度が上がったために、太陽近傍のガス成分は木星軌道あたりまで飛ばされてしまったが、それが集積して巨大ガス惑星が誕生した。もともとのコアよりも数倍大きなガス惑星になった。