

1

宇宙の膨張を考える

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

モデル実験を行って宇宙の膨張を確かめよう。

「宇宙の誕生と地球の形成について実験，観察などを通して探究し，宇宙と惑星としての地球の特徴を理解させる。」ことがこの単元の目標である。

また，「宇宙の誕生と銀河の分布について理解すること。」がねらいである。

恒星などの集団である銀河が分布している宇宙について，その誕生と現在の姿を理解させ，宇宙は現在も膨張を続けていることについて考えさせるように指導したい。

簡単な実験，実習を行うことによって，膨張する宇宙の姿を理解させる内容である。



M31 (国立天文台HPより)

既習事項

中学校までに，惑星の見え方をもとにした太陽系の構造および恒星の集団としての銀河系の存在について学習している。

また，恒星が太陽系天体とくらべ，遠距離にあることや恒星が集団をなして銀河系を構成していることなどを学んでいる。

ビッグバンや膨張宇宙は知っている生徒も多いと考えられる。

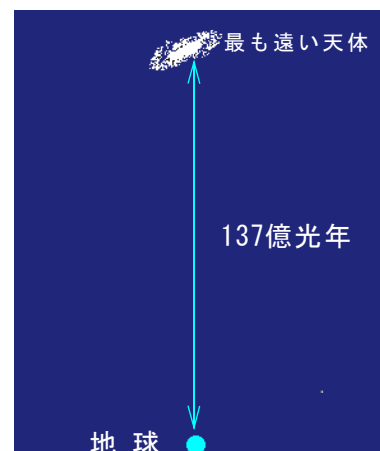
トピック

【ハッブルの法則】

ハッブルの法則とは天体が我々から遠ざかる速さとその距離が比例していることを表す法則である。1929年にエドウィン・ハッブルとミルトン・ヒューメイソンによって発見された。

この法則によって，宇宙が膨張しているという事実が明らかとなった。また，近い天体の遠ざかる速さは小さく，遠い天体の遠ざかる速さは大きいということから，全ての天体が一点に集まっていた年代を求めることができる。

これが現在考えられている宇宙の年齢であり約137億年とされている。



留意点

【指導面】

宇宙はビッグバン以降、膨張を続けているとするビッグバン宇宙論は、遠い天体ほど速い速度で遠ざかっているという事実から考えられた。この理論はわずかな訂正や説明の改良を経ながら現在の宇宙論の主体となっている。

宇宙の膨張についてモデルを使った実験を行って実感を伴った知識を得るようにさせたい。宇宙が大爆発によって生じたのであれば、その中心はどこだったのかとかビッグバン以前の状態はどうだったのかなど、謎はつきないのであるが、宇宙は一様であり、現在も膨張を続けているという宇宙原理から考える。

日常生活で宇宙の膨張を感じることは皆無だが、観測結果はこれを裏付けている。宇宙についてはこれからも新しい知見が発見されることだろう。宇宙について考える機会の一つとして指導したい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・我々の太陽系が属している銀河はなんと呼ばれているか？
- ・銀河系から見ると他の銀河はどのような運動をしているか？
- ・宇宙の年齢は？
- ・宇宙の始まりは何年前？
- ・宇宙のはてって、地球からどのくらい離れている？

…など

【安全面】

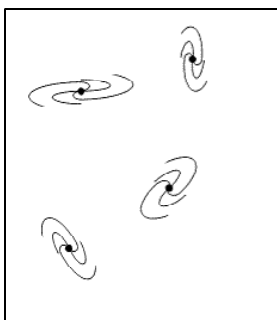
- ・ゴム風船等を使う場合、割れる可能性があるので注意する。
- ・ゴム風船で遊ばないこと。

準備

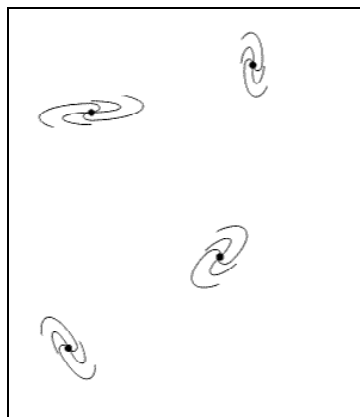
◎ 材料…ゴム風船、油性マジックペン、トレーシングペーパー、定規
架空の銀河の位置を示した図など

※ 銀河の模式図を書いておき、それを1.25倍、1.5倍などに拡大したものを膨張する宇宙のモデルとした図にする。

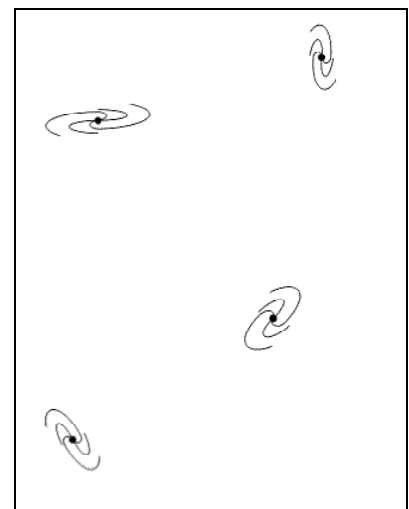
そのまま拡大しても良いし、下図のように位置だけを移動させたものにして良い。



【過去】



【現在】

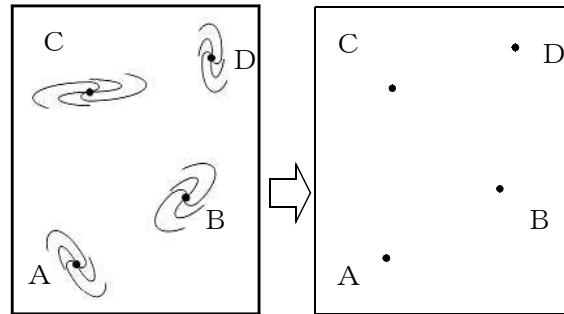


【未来】

実験方法

◎作図による宇宙の膨張の実習

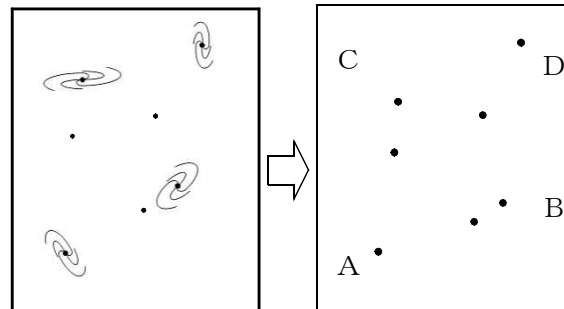
- 1 架空の銀河の位置を設定するため A, B, …を書き加えさせる。
 【過去】の模式図の銀河の位置をトレーシングペーパーで写し取らせる。(約5分)
 ※ 右図のAを基準にする場合、ペーパーの左下を使わせる。



- 2 【現在】の模式図に1のトレーシングペーパーを重ねさせ、Aの銀河を重ねさせる。B～Dの銀河の位置を写し取らせる。(約5分)

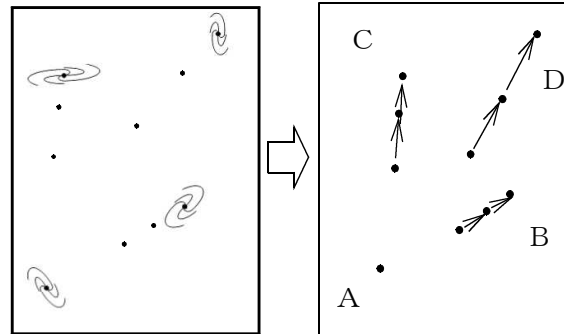


※ ペーパーの角度が変わらないように平行に移動させること。



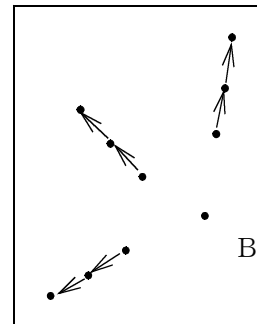
- 3 【未来】の模式図にトレーシングペーパーを重ねさせ、2と同様に銀河の位置を写し取らせる。

銀河の移動を矢印で示させ、遠い銀河ほど遠ざかる速さ大きいことを確認させる。(約10分)
 ※ 矢印の長さを速さと考える。



- 4 銀河BやCを固定したときの他の銀河の移動を考えさせる。それぞれが、その銀河から見たときの他の銀河の移動の様子になる。(約10分)

※ 移動の方向を考えさせてトレーシングペーパーの位置を決めさせる。はじめの場所が悪いと図がトレーシングペーパーからはみ出してしまう。



◎膨らませたゴム風船による宇宙の膨張のモデル実験

- 1 ゴム風船の表面に油性マジックで架空の銀河の位置を書き込ませる。
 ※ 銀河の位置は任意で良い。位置を示すだけなので、●などで表現して良い。
 銀河間の距離を測らせる。(約5分)

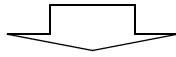


- 2 ゴム風船を膨らませて、それぞれの銀河の位置関係がどのように変わったかを確認させる。銀河間の距離を測らせる。それぞれの銀河の間が広がっていることを確認させる。(約5分)



- 3 実験・実習によってわかった内容をまとめさせる。(約10分)

- ・全ての銀河は互いに遠ざかっている。
- ・遠くの銀河ほど速い速度で遠ざかっている。



- ・宇宙は現在も膨張を続けている。
- ・時間を遡ると、全ての銀河が一点に集まる。それは約137億年前のことであり、それが宇宙の誕生したときと考えられる。

まとめ・考察

- ① 銀河が互いに遠ざかっている事がわかった。
- ② 現在も宇宙が膨張を続けていることを理解した。
- ③ 宇宙の誕生とビッグバンの関係を考察できた。

後かたづけ

- ・作図したトレーシングペーパーは、学習プリントに貼り付けさせる。
- ・ゴム風船は指定した場所に返却させる。その後、燃えないゴミとして処理する。

失敗例

- ・作図で銀河の動く方向がずれる。
→模式図とトレーシングペーパーは平行にする。曲がって写し取ると移動方向がずれてしまう。模式図にトレーシングペーパーを乗せるときの「あたり」も付けてやるとよい。
- ・ゴム風船がうまく膨らまない。
→風船によってはいびつに膨らむ場合がある。また、膨らませる前に手で風船を引っ張って少し伸ばしてやると膨らませやすいことを指導する。

別法ほか

- ・別法としては、ゴム風船のかわりにゴム紐などをつかって実験を行わせることもできる。ただ、この場合は一直線上での運動になるため、立体的に捉えることは難しいので補足説明をする必要がある。
- ・時間短縮法としては、「作図」か「ゴム風船」のどちらかだけを実施することが考えられる。その場合、映像資料を活用したり補足説明をしたい。
- ・日常生活で実感することのない宇宙の膨張が、観測技術の進歩や理論の発展によって明らかになったことを実感させるとともに、宇宙についての興味や関心を喚起させたい。