

# 宇宙の始まりについて

## 要旨

我々は宇宙を調べるにあたって、相対性理論や時空についてなどを理解しないと調べていくのが難しいと考えた。この研究ではまず相対性理論やビッグバン理論について誰もが理解し説明できるようにまとめる。また、相対性理論を調べた上に宇宙のことについていろいろ調べまとめた。現在時空のゆがみを説明できるモデルの実験を考案した。

## 1. 目的

宇宙の始まりについて主に文献をもとに研究を進め、その結果を誰もが理解し、説明できるようにまとめる。しかし、宇宙の始まりを調べるにあたって、まず相対性理論について理解しないと難しいことが分かった。そこで、まずは、相対性理論を理解し誰にでも分かるようにまとめることにした。

## 2. 使用した器具・装置など

- ・模型をつくるために…透明のコップ、輪ゴム、重さの違うボール、ティッシュ（1枚にしたもの）

## 3. 実験の手順

- ・宇宙について書かれた本を読んだりインターネットを利用したりして調べ、分かったことをまとめる。
- ・時空の歪みの模型について、時空の歪みを分かりやすくイメージできる模型を製作する。

ティッシュ→時空 ボール→惑星 ティッシュのへこみ→時空の歪み と仮定する。

①透明のコップにティッシュをはらせ、輪ゴムをとめる。重さの違うボールを用意する。(写真①)



写真①

②重さの違うボールを順番にティッシュの上に乗せる。(写真②、③)



写真②



写真③

③へこみを比べる (写真④)



写真④



写真⑤

惑星（球体）の質量が重すぎて時空（ティッシュ）を破ってしまったとき、光さえ脱出できないブラックホールが出現する。質量が大きいほど時空のゆがみが大きくなり、質量が大きすぎて耐えきれなくなりボールが落ちてしまうと、ブラックホールが出現する。(写真⑤)

#### 4. 結果：調べた内容

～相対性理論について～

相対性理論は主に2つの原理からなる。

##### ①光速不変の原理

これは、光の速度はすべての観測者に対して同じ値をもつという原理である。

##### ②相対性原理

相対性原理とは、基本的な物理の法則はどの観測者から見ても同じ形で表されることに対して同じ形で表されるとする原理のことである。宇宙の重心に対して等速度運動をしている座標系では、力が働かない物体は等速度運動をするという。

### 相対性理論の考え方

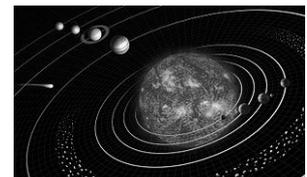
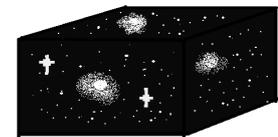
#### 相対性理論以前の宇宙の考え方(ニュートンの宇宙)

宇宙自体は何も変化しない「入れ物」としての宇宙  
★つまり空間も時間も常に一定で変化しない



#### 相対性理論の宇宙

★時間も空間も一定でなく、伸び縮みする  
物体のまわりの時空はゆがんでいる



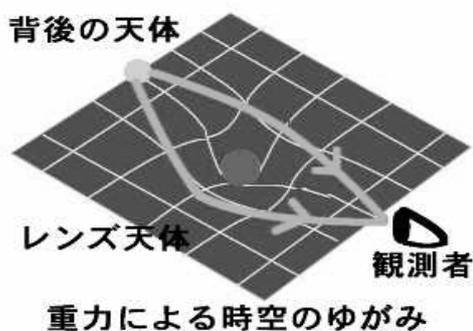
例えを出すと、電車に乗って隣を走る別の電車を見ると（同じ方向に走る電車）ゆっくり走っているように見えたり、とまったように見えたりする。電車に乗ってない人が過ぎていく電車を見ると、とても速く見える。このように観測者の動きなどにより、電車の速さの見え方は変わってくる。しかし光の速さはどのような動きをしている観測者でも同じ速さに見える。

#### ◎重力レンズについて

相対性理論によって説明された、「時空のゆがみ」によって起こる現象がある。それが重力レンズである。重力レンズとは「恒星や銀河などが発する光が、途中にある天体などの重力によって曲げられる現象」である。「重力が光を曲げる」という働きが、レンズと同じ役目を果たしているため、この現象を「重力レンズ」と呼ぶようになった。重力レンズは一般相対性理論によって予言され、1919年天文学・物理学者 Eddington AS（イギリス）によって観測された。写真⑥は Abell 1689 という銀河団によってできた重力レンズ像をうつしたものである。本当なら、銀河団によって隠され、地球からは見えない天体が重力レンズ効果によって見える。



↑写真⑥



↑図①

#### ～ビッグバン理論について～

ビッグバン理論とは、「この宇宙には始まりがあって爆発のように膨張して現在のようになった」とする説である。ビッグバン理論が出来た過程は、エドウィン・ハッブル(1889～1953)が宇宙の膨張を発見したことから始まる。この発見を理由としてジョージ・ガモフ(1904～1968)が「ビッグバン理論」を発表した。この理論は「宇宙のものは今存在している物質とエネルギーが凝集された高密度・高温の火の玉のようなもので、それが大爆発をおこして宇宙が生まれどんどん膨張している」という考え方である。

ビッグバンが起こる以前、宇宙はどうなっていたのかについては、大きく2つの説がある。

1つは、ビッグバンの前には何もなかったという考え方である。これは宇宙が「無」から誕生したという考え方だが、この宇宙の「無」はまったく何もないという意味での無ではない。時間や空間やエネルギーはたえず安定せず揺らいでいて、この「無のゆらぎ」から宇宙は生まれたと考えられている

もう1つは、ビッグバンの前には何かがあったという考え方である。この場合、主に2通りの考え方があり、「収縮から膨張に転じる宇宙」と「生まれ続ける宇宙」である。「収縮から膨張に転じる宇宙」とは、宇宙は収縮してビッグバンに至り、そこからふたたび膨張する宇宙のことである。「生まれ続ける宇宙」とは、今の宇宙が親宇宙から生まれたもので親宇宙は永久に子宇宙を生み続けていると考えられている宇宙のことである。

しかし、宇宙のはじまりを語るには「何も無い状態から宇宙が生まれた」という場面を想定するしかないため、現在では「無から誕生した宇宙」の考え方が有力であるとされている。

## ビッグバン理論3つの支柱

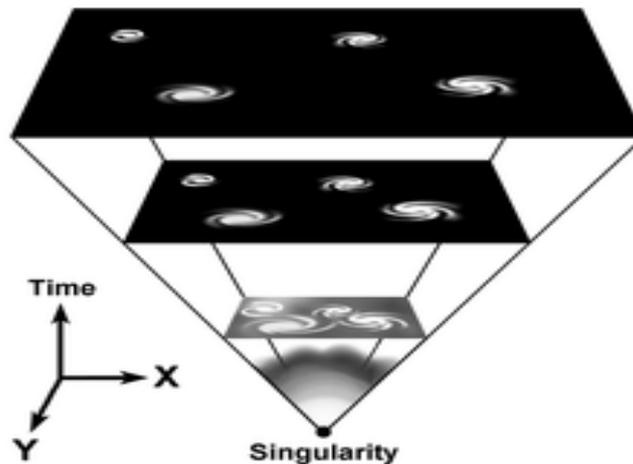
### ① 銀河の赤方偏移に見られるハッブル則的な膨張

赤方偏移とは、遠方の星雲からくる光のスペクトル線の波長が長波長側（赤いほう）へずれる現象のことである。

### ② 宇宙マイクロ波背景放射の詳細な観測

### ③ 軽元素の存在量

よって、ビッグバン理論は現在もっとも宇宙の始まりについての説で優勢である。



ビッグバンが起こる様子を図であらわしたもの(Wikipedia より)

## 5. 結果・考察

私たちは「宇宙の始まり」について調べるためにたくさんの文献を調べまとめた。

現在の宇宙の始まりについての最有力宇宙論は「ビッグバン宇宙論」である。その根拠として三つの支柱がある。一つ目に銀河の赤方偏移に見られるハッブル則的な膨張。二つ目に宇宙マイクロ波背景放射の詳細な観測。三つ目は軽元素の存在である。この根拠があり「ビッグバン宇宙論」は宇宙の始まりについて最有力とされている。この根拠がどのようなものなのか、まだ確認できていないので今後の研究の課題としたい。

研究を進めて、最初は相対性理論など理解するのが難しく、本当に進めていけるのか不安があったが、相対性理論の構成や時空の仕組みについて、重力レンズの仕組みについて理解できた。宇宙の始まりについてはたくさんの説があり、どんな根拠でどの宇宙論が最有力なのかを理解できたのでよかった。

宇宙の難しい用語や、計算式などもあった自分たちが調べたことが調べ、理解できたのでよかった。

## 6. 参考文献、引用文献

宇宙の進化が分かる事典 銀河系・太陽系・地球のなりたち (監修) 縣秀彦

Newton 2010年7月号, よくわかる最新宇宙論の基本と仕組み 竹内薫著

宇宙は何でできているのか 村山斉, 宇宙100の謎 福井康雄, wikipedia