

ブラックホール・宇宙論・タイムマシン

情報ゼミ生（3年生） レポート発表

ブラックホールについて
李 雄

タイムマシン
若生雅哉

ビックバン宇宙論が支持されるまで
外山晃行

ブラックホールとは？

- 簡単にいうと、全質量が中心に集まった、とても重力の強い天体である。
- 強い重力であらゆる物質を底なし沼のように吸い込み、決して外に逃がすことはない。これは光さえ例外ではない。この光さえ逃げ出すことができない領域をブラックホールという。

現在考えられるブラックホールの種類（1）

- 「ミニブラックホール」**
 - 素粒子加速装置で生成されると期待される「ミニブラックホール」。
 - もし、我々が高次元世界に住んでいるならば、素粒子加速装置で粒子同士を衝突させると粒子レベルのブラックホールが生成されるかもしれないと言われている。
- 「恒星質量ブラックホール」**
 - 太陽の10倍程度の質量の「恒星質量ブラックホール」。太陽の質量の8倍以上の星は、「超新星爆発」とよばれる大爆発をおこしたあと、中性子だけでできた「中性子星」になる。
 - 中性子星の質量が太陽の質量の3倍をこえると、中性子星同士に働く核力の圧力が耐え切れず崩壊してブラックホールになると考えられている。
 - 核力とは、基本相互作用の一つで、ハドロン間の相互作用や、原子核内の各粒子同士を結合している力（核力）のこと。

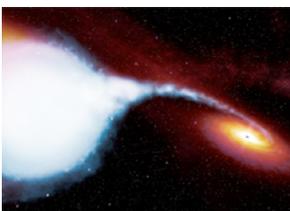
現在考えられるブラックホールの種類（2）

- 「超巨大ブラックホール」**
 - 太陽の数万～数十億倍の質量をもつ「超巨大ブラックホール」や「銀河系ブラックホール」。銀河系の中心に存在すると考えられている。
 - ボトムアップ説**はブラックホール同士が集まって一個の巨大なブラックホールになったという説。しかし、形成するまでの時間が足りないという計算例がある。
 - トップダウン説**は元々巨大なガスがあり、それが収縮して超巨大ブラックホールになったという説。しかし、ガスの存在は不明である。
 - 今のところ、どちらの説が正しいかは論争中である。

ブラックホールの観測方法

- ブラックホールは直接観測が不可能である。その理由はブラックホールから光が届くことは無いからである。
- しかし、間接的には観測可能である。ブラックホールが単独で存在する時には観測が困難だが二つ以上の恒星がセットになった「連星」のときは可能である。
- 連星の片方がブラックホールになると、恒星をつくるガスは、ブラックホールの重力によってはぎ取られ、ブラックホールに吸い寄せられる。ガスはブラックホールに近づくほど速度を上げ、衝突回数が増えるので高温になり、高エネルギーの光であるX線を発する。

連星系の想像図



恒星のガスがブラックホールに吸い込まれていく想像図

http://spaceinfo.ixva.jp/ja/black_holes.html

みんなが夢見るタイムトラベル

- ＊ 未来へのタイムトラベル**
 - + アインシュタインの特殊相対性理論で可能
- ＊ 過去へのタイムトラベル**
 - + ソーンのワームホールを使ったモデル
 - + アインシュタインの一般相対性理論で可能という議論
 - + ゴットの宇宙紐を使ったモデル
 - ただし仮定が多いのと、原理的問題がある

未来へのタイムトラベル

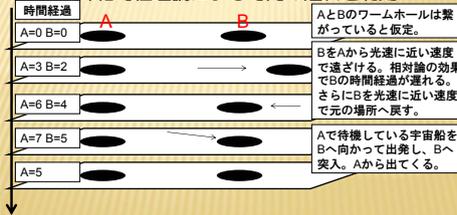
- ＊ アインシュタインの特殊相対性理論を利用**
 - + 光速に近い速度で移動する
 - これは時間の進みを遅くする効果がある
 - + ロケット内の方は、地球の人よりも時間が遅く進む
 - これをウラシマ効果と呼ぶ
 - + 宇宙線によって発生する素粒子ミュオン寿命が伸びていることが実験で確かめられている

ワームホールを使ったタイムトラベル

- ＊ ワームホールとは**
 - + 時空間のトンネルである
 - + 従来なら入口にブラックホールが発生している
- ＊ タイムトラベルするための仮定**
 - + ワームホールが存在していること
 - + ワームホールが通過できること
 - + ワームホールを光速で移動させられること

＊ ソーンの理論によるタイムトラベル

+ 特殊相対性理論による時間の遅れを利用



過去へのタイムトラベルは本当にできるのか

- ＊ タイムパラドックスの関係**
 - + 親殺しのパラドックス
 - + 歴史の改ざん
- ＊ 「できる」という意見**
 - + 科学的に否定の根拠が存在しない
 - + 宇宙がまわっているならば可能(ゲートル)
 - 一般相対性理論の下で可能と証明であると示した
- ＊ 「できない」という意見**
 - + 未来人が来たという記録が存在しないため
 - + 時間順序保護仮説(ホーキング)

ビックバン宇宙論の始まり

- ビックバン宇宙論は、宇宙が初期に高温の1点から始まった、とする宇宙全体の仮説の一つである。
- 当然、宇宙が膨張している事が必然的な帰結になる。
- ルメートルやフリードマンが1920年代に一般相対性理論から膨張宇宙の解を導いた。
- エドウィン・ハッブルが銀河が後退しているという事実を発見し、宇宙が膨張していることを示した。(後にこれはハッブルの法則と呼ばれる)
- ビックバン宇宙論は、1940年代後半、核物理学者であった、ジョージ・ガモフが公表した学説、「火の玉宇宙」説が唱えられたのが始めである。

ビックバン宇宙論の問題点

- ビックバン宇宙論に対抗して、1948年にフレッド・ホイルらは定常宇宙論を提唱した。
- 当時の科学者の多くは、この定常宇宙論を支持し、ビックバン宇宙論は少数派だった。
- その理由として以下3つの問題点が挙げられていた。
 - ①重い元素はいかにして生成されたのか
我々の周りにある元素がビックバン時にすべて生成されるのかという問題。
 - ②なぜ宇宙が星よりも若くなってしまおうのか
ビックバン宇宙論が唱えられた当初、宇宙の年齢は、18億年とされた。しかし、地球の岩石の調査から、地球は30億歳と観測された。
 - ③宇宙マイクロ波背景放射が観測されていない
火の玉から宇宙が始まったのであれば、ビックバンの余波が観測されるはずだが、まったく観測されていない。

理論・観測の進展による各問題の決着

- ①Heなどの軽元素は宇宙初期に合成され、Feまでの元素は星の中核で生成された。Fe以上の重元素は、超新星爆発により生成されていたことがわかった。
 - ②地球の年齢より宇宙が若くなっていたのは、宇宙の年齢を測定方法に誤りがあり計算間違いをおこしていたためであった。
 - ③宇宙マイクロ波背景放射は、1960年代にアメリカで電波通信技術者によって偶然発見された。
- 以上の事実から、1960年代後半から一躍ビックバン宇宙論は定常宇宙論に変わり科学者の間で多く支持されることとなった。

ビックバン宇宙論の今

- 最新の観測によると宇宙の年齢は(137.2±1.2)億年だとされる。
- しかし新しい謎が生じている
- ①ダークマター問題・・・
宇宙全体の質量は、光る星から見積もられているが、実際には地球やブラックホールなど光らない天体も多い。しかしそれ以上に「見えない質量」がなければならぬことが観測からわかっている。
- ②ダークエネルギー問題・・・
現在の宇宙は「加速膨張」していることが最近の観測からわかった。加速するためには斥力が必要であり、宇宙の全エネルギーの約70%に相当する量にもなる。

いずれも正体不明の大問題である。