ビッグバン理論/特殊相対性理論/タイムマシンは技術的に可能なのか

情報ゼミ生(3年次)レポート課題発表

ビッグバン理論

福井陸斗

ビッグバン
・ビッグバンとは？

宇宙が、特異点と呼ばれる超高温・高密度の点が爆発的膨張をすることで始まったとするモデル

1948年にガモフが発表した「火の玉宇宙モデル」でビッグバンという言葉が使われた

・ビッグバン宇宙論の根拠

・ハッブルの法則

・宇宙マイクロ波背景放射の存在(現在の宇宙を満たす電磁波のエネルギーは-270.42℃相当である)

・He,重水素の存在比の観測が理論予言値と一致

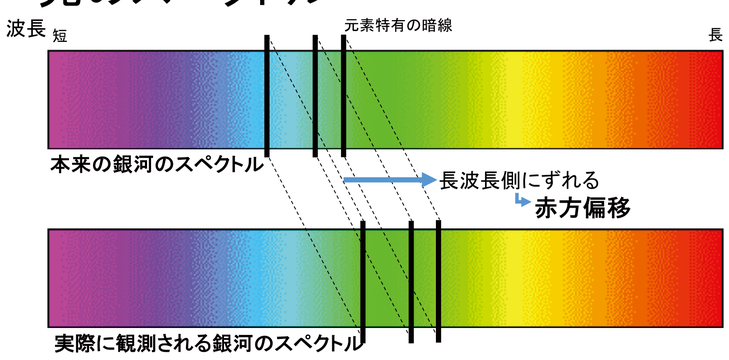
ハッブルの法則(1929年)

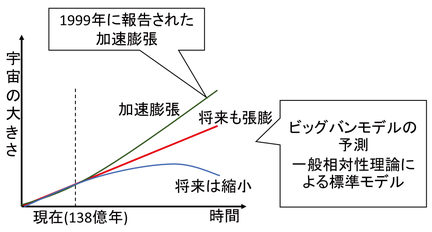
$v=H_0 d$

遠方の銀河ほど、そこまでの距離dに比例して遠ざかっているという法則

スペクトルという、光の強度分布を観測した際、ドップラー効果によって波長が引き伸ばされ、遠くの銀河ほど長波長にずれている(赤方偏移)ことから、宇宙は膨張していることが分かった

光のスペクトル





・近年の宇宙論では、ダークエネルギーと呼ばれる斥力によって加速膨張しているのではないかと言われている

・現在、ビッグバン後38万年までの宇宙マイクロ波背景放射が観測できる

まとめ

ビッグバン宇宙論は、様々な根拠を持ち、現在は確実であると考えられている

ビッグバン宇宙論の問題点は

・地平線問題　・平坦性問題　・構造形成の種問題
・モノポール問題　・バリオン数生成の問題

この問題はインフレーション宇宙モデルによって解決されると考えられている

・宇宙の初期特異点問題　・時空の次元問題

現在は未解決

などがあり、今後はダークマターやダークエネルギーの観測などによって説明することが課題である

・参考文献
佐藤勝彦・二間瀬敏史(2008)『宇宙論Ⅰ「宇宙のはじまり」』 日本評論社
二間瀬敏史・池内了・千葉柾司(2007)『宇宙論Ⅱ「宇宙の進化」』 日本評論社
真貝寿明(2018)「現代物理学が描く宇宙論」 共立出版

特殊相対性理論

松田裕貴

特殊相対性理論とは

1905年にアインシュタインが発表したもの
相対性原理と光速度不変の原理を土台としている
①同時性の不一致
②高速移動時の時間の遅れ
③質量とエネルギーの等価性

相対性原理とは・・・

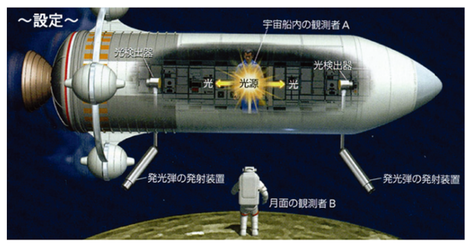
等速運動をしている系の中では、同じ運動の法則が成り立つというもの

光速度不変の原理とは・・・

真空中の光の伝搬速度は、観測者の速度によらず常に一定であるというもの

①同時性の不一致

観測者ごとに特有の時間を持つことによって発生するものであり、見る人の立場によって同時かどうかが変わることのことである。

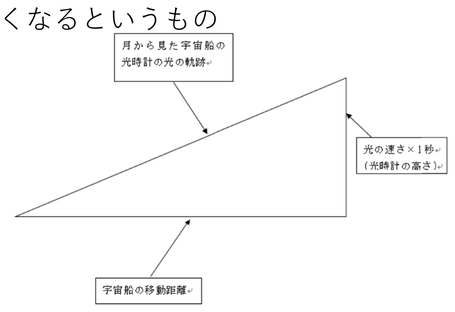


高森圭介，高嶋秀行，『Newton別冊　現代物理学3大理論』－相対性理論，量子学，超ひも理論－，株式会社ニュートンプレス 2017年

②高速移動時の時間の遅れ

高速に移動する観測者の時間の進み方は、そうでない観測者の時間の進み方に比べて遅くなるというもの

$$\Delta t_{\text{移動者}} = \sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}\,\Delta t_{\text{静止}}$$



③質量とエネルギーの等価性

$$E = mc^2$$

核反応(核融合や核分裂)の前後で全静止質量の和が Δm だけ減るならば、それに相当する Δmc^2 のエネルギーが運動、熱、あるいは位置エネルギーに転化されることになる

参考文献

高森圭介，高嶋秀行，『Newton別冊　現代物理学3大理論』－相対性理論，量子学，超ひも理論－，株式会社ニュートンプレス
竹内雅人，『別冊日経サイエンス　重力波・ブラックホール』－一般相対論のいま－，株式会社　日経サイエンス

タイムマシンは技術的に可能なのか

山口莉生

タイムトラベルの手助けになるもの

・一般相対性理論…１９１５年にアインシュタインによって完成された時空・空間に関する理論.

相対性理論では「質量による空間・時間の歪み＝重力」とされていてこの考えが手助けになる.

・ワームホール（以降WH）…時空のある一点から別の離れた一点へと直結する時空でのトンネルのような抜け道

・ブラックホール（以降BH）…極めて高密度かつ大質量で、光さえ脱出できないほど強い重力をもつ領域

重力によるタイムトラベル

・実際にGPSなどにより重力による時間の遅れは観測されており、重力による時間の遅れはシュワルツシルト解により求めることができる

無限遠方での時間の進み方

$$\Delta T = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{2GM}{Rc^2}}}\Delta T_0$$

質量Mの天体から距離Rでの時間の進み方

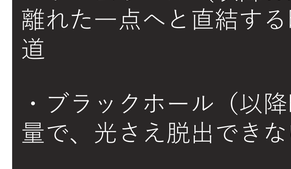
R:重力物体の半径　M:重力物体の質量
G:万有引力定数　T_0:物体の時間

上記の式を地球を回っているGPSに当てはめると

GPSに内蔵されている原子時計は地上にある原子時計より、１秒当たり約100億分の4.45秒早く進むことになる.

1日あたり測定精度が1～2m程度ずれる.

WHによるタイムトラベル



出典:宇宙情報センター
http://spaceinfo.jaxa.jp/ja/wormholes.html

・WHの存在は証明されていないが否定されてもいない、もし存在するならば、WHによって時間の中を旅することができるかもしれないといわれている.

・しかし人が通るほど大きなワームホールを作ることができず、またワームホールの中に物体を通すとワームホールが維持できなくなることからワームホールを利用することは困難とされている.

WHでのタイムトラベルの問題

・負のエネルギーをもつ物質が存在するならば、通過可能なWHは存在しうるといわれているが現在の技術では制御が難しい高密度な負のエネルギーの存在が前提とされている.

・自分が生まれる前の過去に戻って、自分の親を殺したとする.その結果生まれるはずがない未来の自分が過去にやってきたという矛盾をきたす.（タイムパラドックス）

・WHは不安定であるため、正の質量をもつ粒子が通過すると潰れてしまうため維持することができない.

まとめ

・相対性理論の重力による時間の進み方の遅れは実際にGPSなどで観測されているため、高速で移動したり、強い重力場にいることでウラシマ効果により少し先の未来へ行くことは実現可能である.

・過去に戻るための一番の有効な方法はWHであるが、WHが不安定なものであり、現在の技術では通過可能な負のエネルギーを持つ物質を制御できない.また正の物質が通過すると潰れてしまう.またWHが実際に存在している証拠がない点からもWHを利用することは難しい.

・参考文献
・福江純著　ゼロからのサイエンスよくわかる相対性理論(2009)
・ポール・デイヴィス著　タイムマシンをつくろう！（2003）