

# 高次元宇宙・ブラックホールを用いたタイムトラベル

情報ゼミ生（3年次）レポート課題発表

## 高次元宇宙 山本 峻

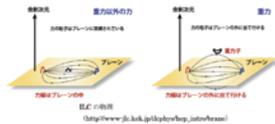
### 次元とは

- 空間や時間の広がりである
- 三次元における広がりには前後・左右・上下
- これに時間の一次元を加えて四次元となる



### ブレーン(膜)宇宙

- 重力と電磁気力をあわせて考える力の統一のために考えられた
- 1998年 ニマ・アルカニ・ハメドが提唱
- 宇宙は4次元の膜であり、重力以外の力は膜に張り付いている



### 5次元はどこにあるか

- 高次元は確認されていない
- 高次元はあまりに小さいからではないか  
→果たしてどの程度のサイズか？
- エト・ウォッシュ実験にて実験

### エト・ウォッシュ実験

- ニュートンの万有引力の法則を確認する器具
- 余剰次元の影響をどのサイズまで受けないかを検証

⇒0.1mmまで影響を受けないことを確認



リサ・ランドール著 ワープする宇宙 (p497)

### 見えない次元の検証

- スイスで大型粒子加速器「LHC(Large Hadron Collider)」を用いた実験を行う
- 陽子を高エネルギー状態まで加速し衝突させる
- エネルギーが余剰次元に逃げるか
- 2015年再稼働



©2015  
http://home.web.cern.ch/hgpc/large-hadron-collider

## ブラックホールを用いたタイムトラベル 上杉耕玄

### ブラックホールについて

重力の強い天体のそばほど時間の流れは遅くなる。

ブラックホールは極端な時間を遅れをもたらす天体である。強力な重力もつために光さえブラックホールから出られない。

ブラックホールに近づくほど時間の進み方は遅くなり、ブラックホールの表面では時間の流れが止まる。

これを利用して、タイムトラベルを考える。



出典：http://cosetrend.com/articles/412より

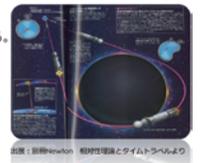
### タイムトラベルの手順

- ▶ 一般相対性理論によると、重力の強い天体のそばほど時間の流れが遅くなる。
- ▶ 宇宙には極端な時間の遅れをもたらす天体があり、それがブラックホールである。
- ▶ 宇宙船でブラックホールのそばまで行くことを考える。

そばまで来たら、ブラックホールに飲み込まれないように注意する。

ブラックホールを周回するなどして、しばらくそこに滞在する。(ブラックホールの半径の3倍以上でないと円運動できない)

頃合い見計らって、ブラックホールをはなれ、地球に帰還する。



出典：黒川新編 現代物理学とタイムトラベルより

### ブラックホールと地球の時間差

- ▶ 次の式がブラックホールと時間差を表す式である。

$$\sqrt{\left(1 - \frac{2MG}{rc^2}\right)} dt' = dt$$

- ▶  $dt'$ はブラックホール付近の時間。 $dt$ は地球時間。
- ▶  $G$ は万有引力定数。 $M$ はブラックホールの質量。 $r$ はブラックホールの半径。 $c$ は光の速さ。
- ▶ ブラックホールの半径が大きいほど時間差が大きくなる。

### 具体例

万有引力定数： $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

光の速さ： $3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

ブラックホールの質量： $M = 19.89 \times 10^{30} \text{ kg}$ (太陽の質量の10倍)

ブラックホールの半径： $r = 1.0 \times 10^6 \text{ m}$ (福岡から東京の道のり)

この条件で計算すると...

$$0.9851 dt' = dt$$

となり、地球時間の24時間だとすると、ブラックホール付近ではおよそ23時間36分しか経過しない。

