

# 吸引力の限界

芝浦工業大学 数理科学研究会  
鈴木 健介

平成 26 年 5 月 18 日

## 1 研究内容

一般相対性理論を用いて、家庭用掃除機にブラックホールが搭載できる条件を探ることがテーマである。また、この研究では、2つの粒子の衝突によってブラックホールが発生し、またホーキング放射によるブラックホールの消滅はないものと仮定する。

## 2 家庭用掃除機

家庭用掃除機には、紙パック式やサイクロン方式など様々な種類がある。今回の研究では、紙パック式を家庭用掃除機の代表として取り上げる。

## 3 等価原理

質量には、慣性質量  $m_i$  と重力質量  $m_G$  がある。慣性質量  $m_i$  とは、ニュートンの運動方程式に現れる力に比例し加速度に反比例する量である。重力質量  $m_G$  とは、重力によって物体が引かれる力に比例する質量のことである。このとき等価原理とは、重力の働きと加速度運動する系での慣性力を区別することができないことをいう。この関係を運動方程式で表すと

$$F = m_i a = G \frac{M m_G}{R^2}$$

$R$ :地球の半径 となる。

## 4 一般相対性理論

等価原理を慣性系の間だけでローレンツ変換することは不可能である。そのため、慣性系と加速度系との間の座標変換を考えなければならない。「すべての物理法則は、任意の座標系で同じ形に表される。」という形式を一般相対性理論という。

## 5 重力場方程式

重力場方程式は、

$$R_{ij} - \frac{1}{2} g_{ij} R - \lambda g_{ij} = \kappa T_{ij}$$

で表される。ここで、 $g_{ij}$  は計量テンソル、 $R_{ij}$  と  $R$  はそれぞれリッチの曲率テンソルおよびリッチの曲率スカラーと呼ばれるものであり、 $\kappa$  は万有引力定数  $G$  と真空中の光速  $c$  を用いて

$$\kappa = \frac{8\pi G}{c^4}$$

で表される量のことである。また定数  $\lambda$  は宇宙定数、 $\lambda g_{ij}$  を宇宙項という。

## 6 今後の展望

まず、今回行うことができなかった重力場方程式を解くこと、つまりシュバルツシルト解およびシュバルツシルト半径の導出をする。次にブラックホールの性質を勉強し、その後本題である家庭用掃除機への応用を考察したい。

## 参考文献

- [1] 杉山 直, 相対性理論, 講談社, 2010 年.
- [2] 杉山 忠男, 理論物理への道標 (下), 河合出版, 2005 年.
- [3] <http://www.livingdoors.jp/csb/?pid=10&tid=25&fid=778&kw=&c=2&typ=>