

卒業研究概要

提出年月日

2020年 1月 31日

卒業研究課題

レイ・トレーシング法によるブラックホール撮像のシミュレーション

学生番号 B16071

氏名 福中 笙太

概要 (1000字程度)

指導教員 真貝 寿明

印

2019年4月、イベント・ホライズン・テレスコーププロジェクトは巨大ブラックホール(BH)とその影の存在を初めて撮像することに成功したと発表した。本研究ではBH周辺の相対論的現象を模倣する擬ニュートンポテンシャルを利用し、BH周囲の光の軌道のモデル計算を行った。さらにそのデータを利用して、BHシャドウの再現を試みた。比較対象としてニュートンポテンシャルを持つ天体周辺のモデル計算も行った。

計算方法には、レイ・トレーシング法を利用した。レイ・トレーシング法とは本来、光源から発せられ観測者に届く光を、逆に観測者から光源に向かい追跡し、計算量を減らす手法である。

BHとその背後に写真を配置するときと、BHの周りに円状に配置するときを行った。図1, 2はそれぞれのモデルにおける光の軌跡の例である。緑の円はBHを紫の線は光の軌跡を表している。後者はBHの周囲に光源がある場合を想定している。観測者から出る粒子の軌跡をルンゲクッタ法で解き、到達する写真上の点を記録した。そして粒子の軌道を光の軌跡とみなし、撮像値として輝度も含めて再構成した。

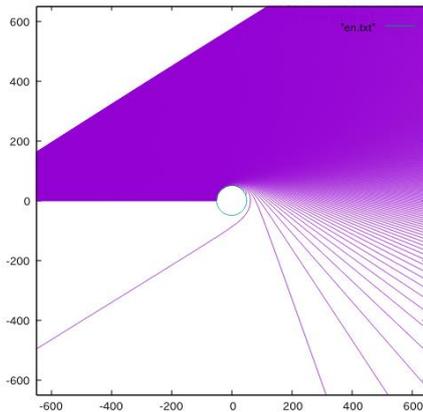


図1. 平面写真モデル

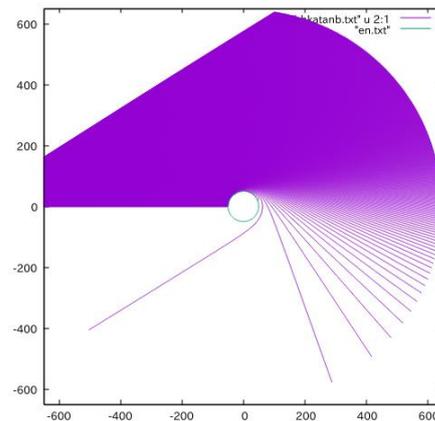


図2. 円筒型写真モデル

擬ニュートンポテンシャルを用いると、ニュートンポテンシャルよりもBH周辺が明るく見えることが確かめられた。BHの周辺を通る光が、BHに吸い込まれるため、BHの半径の5倍の大きさが黒い像になるということも分かった。

円筒型モデルによる写真の結果は図3のようになった。もとの写真は[1]のサイトから銀河面のものを使用した。現実に撮影されたものに近い変形といえる。2つのモデルに視覚的差異は無かったが、最大輝度は異なるためグラフを本文に載せている。コントラストを変えたいくつかの写真を本文に載せている。また、重力レンズ効果により集光する場所を最大輝度として表すと細いリングのように見えることがわかる。これは一般の写真にも適用できるためいくつかの例を本文に載せている。

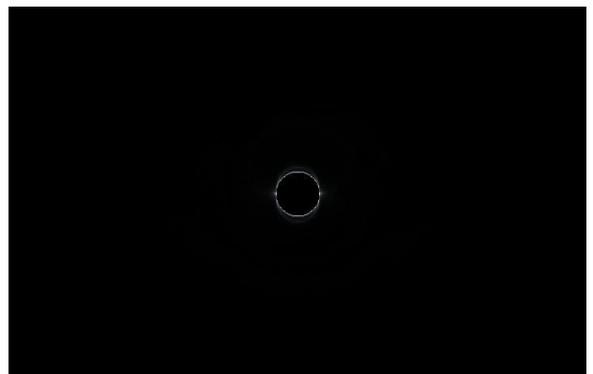


図3. 円筒型写真モデルにおける粒子の軌跡

