

# 卒業研究概要

提出年月日 2022年1月31日

卒業研究課題 重力レンズ効果による写真の加工

学生番号 N18-071

氏名 日比野 穰里

概要 (1000字程度)

指導教員 真貝 寿明

印

2019年、8つの電波望遠鏡を結合させた国際プロジェクト『イベント・ホライズン・テレスコープ』はM87銀河中心のブラックホール(以下BH)の撮影に成功したことを発表した。BHの周囲にはリング状の光が見え、「重力レンズ」効果がよくわかるものだった。本研究では重力源をBHとワームホール(以下WH)を選べる形で重力レンズ効果を普通の写真を用いて確認できるツールを作成した。

BHは回転をせず、電荷をもたない球対称のシュバルツバルトBHを設定した。BHの質量に応じて光が重力により湾曲して進む運動方程式を解き、画像のピクセルを入れ替えるプログラムを作成した。

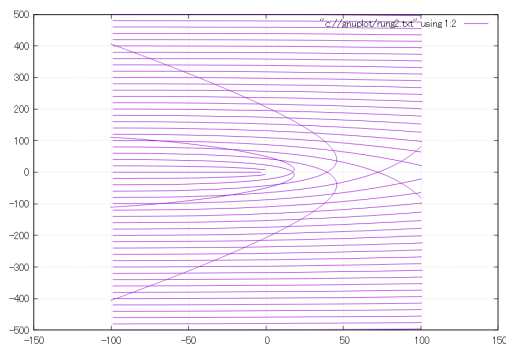


図1 粒子が進む経路(原点にBHがある)

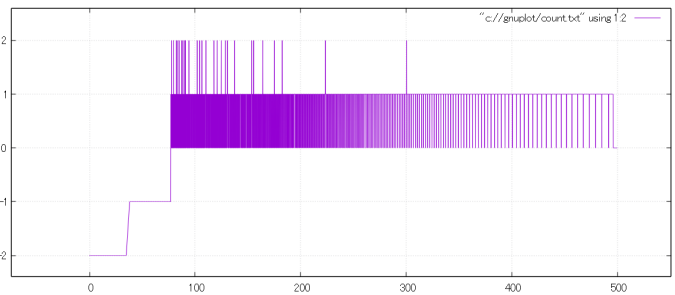


図2 粒子の重なりの数

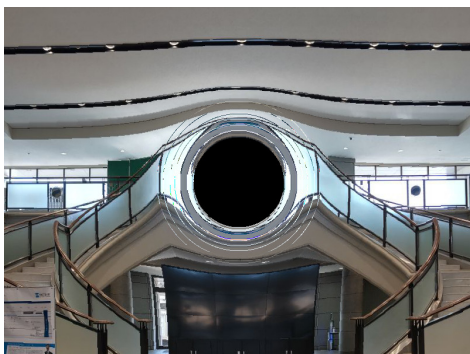


図3 BHによって歪んだ写真

図1はBH周囲で散乱する粒子の動きをNewtonの運動方程式で解いたものである。右側を左側から見るとき、中心近くを通る粒子はBHに吸い込まれる。図2は0から500の範囲を0.1刻み、粒子の重なりを示した。-1は粒子がどこかに飛んでいき見えなくなっている範囲、-2はBHに吸い込まれる範囲である。これは設定していたBHの半径の約3倍あるBHに見えることがわかる。この軌跡を光と見立てて写真の加工を行った。図3はその写真である。

中心の周りは光が吸い込まれることで黒い空間になっており、中心に近いほど強く歪んでいる。また、黒い空間の周りにはピクセルが重なり、明るさが2倍になるリングができており、重力レンズ効果を確認できた。

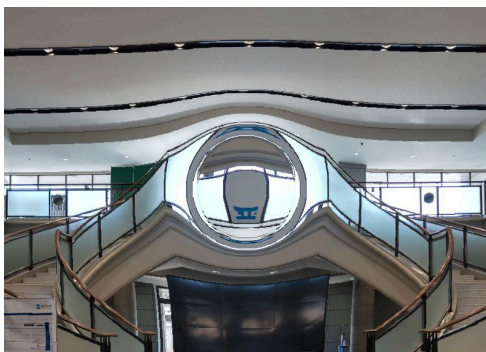


図3 WHによって歪んだ写真

図4はWHの場合での写真である。WHの反対側で吸い込まれた景色をこちら側の円の内側に上下左右反転して合成している。

論文では明るさを含む色の変化やWHの形状によって異なる写真になる結果の解析や、さまざまな写真の例を記載している。