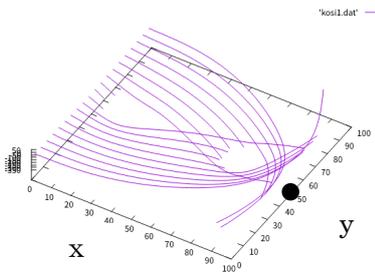
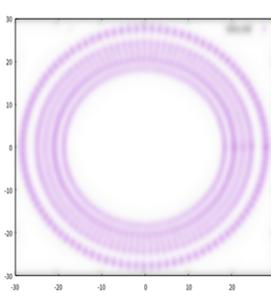
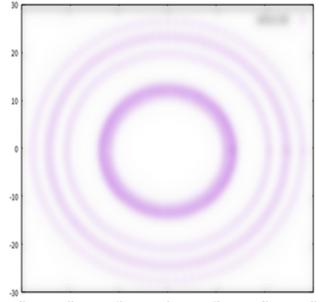


卒業研究概要

提出年月日 2022年1月31日

卒業研究課題		重力ポテンシャルから描く重力レンズ効果	
学生番号	B17009	氏名	井上 翔太
概要 (1000字程度)	指導教員	真貝 寿明	印
<p>2019年にブラックホールの直接撮影に成功したとイベントホライズン・テレスコープのプロジェクトが発表した。M87 銀河中心のブラックホールは明暗の差があるドーナツ状の像であった。</p> <p>本研究では、ブラックホールの周りを動く粒子の軌道を考え、それらを光と見立てて、ブラックホールがどのように撮影されるかをシミュレーションした。特に、中心天体が連星のときも扱えるように、重力ポテンシャルを求めてから重力を計算するコードを作成した。</p> <p>重力源を設定してヤコビ法でポアソン方程式を解き、重力ポテンシャルを求めた。そして、ブラックホール背後から放った粒子の運動方程式をルンゲクッタ法で解いた。図1は、連星ブラックホールを縦に横切って進む粒子の軌道の一例である。</p> <p>ブラックホール付近の位置を通る光はブラックホールに吸収される。ブラックホールを撮影するという事は、ブラックホールに吸収されなかった光をとらえている。粒子軌道から観測者の撮像をシミュレーションした。図2は、ブラックホールが1つの際に観測されるもので、真ん中の空白部分がブラックホールに吸収された光の部分で、リング状の部分が吸収されなかった光である。現実の写真に近づけるために、解像度を落としている。ブラックホールは実際の大きさより2倍ほど大きく映ることもわかった。</p> <p>図2のブラックホールの画像は、2019年に実際に撮影されたブラックホールの画像と真ん中が真っ暗で、周りが明るくなっていることから類似することが分かった。</p> <p>また、視線方向に並ぶ連星ブラックホールが撮影された場合、図3のように光が複数のリングになっているような写真が撮影される可能性があることがわかる。卒論本文ではいくつかの予測される撮像例を示している。</p>			
			
<p>図1. 連星ブラックホール周りの光</p> <p>BHは(x, y) = (17, 50), (75, 50)にある。</p> <p>●印に観測者がいると想定している。</p>		<p>図2. ブラックホールが1つあるときの見え方</p>	
			
		<p>図3. 連星ブラックホールが視線方向に並んでいるときの見え方</p>	