

卒業研究概要

提出年月日 2017年1月28日

卒業研究課題 重力レンズ効果による画像の変形と明るさの変化

学生番号 N13066

氏名 西田 大輝

概要 (1000字程度)

指導教員

印

重力は様々な物質に影響を与えると共に光の軌道にも影響を与える。光への影響は重力レンズ効果といわれ、太陽系外惑星の発見にも用いられている。太陽系外惑星は望遠鏡では直接見ることはできないが、光源である恒星の手前を惑星が横切る際の光の強弱を利用し、重力レンズ効果を用いて、発見することができる。

本研究では、光の軌道がニュートン重力に従う粒子軌道の場合及び、擬ニュートンポテンシャルによる粒子軌道を仮定した場合の2つを設定し、重力レンズ効果を再現した。画像加工という形で可視化し、わかりやすくするとともに、光源は1つの画素から1つの光の粒子が出るものと仮定し、光の軌道の収束・分散から面積比を計算し、明るさの変化を求めた。

光の像は観測者に届く光のみを考えるレイトレーシング法を用いて計算量を減らした。光と重力源の軌道の変化は両方とも4次のRunge-Kutta法を用いて近似して計算を行っている。

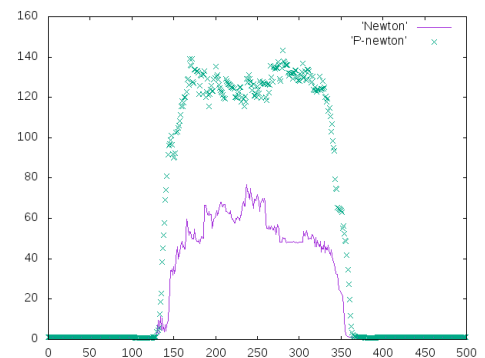
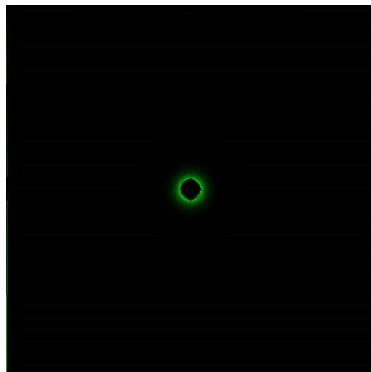
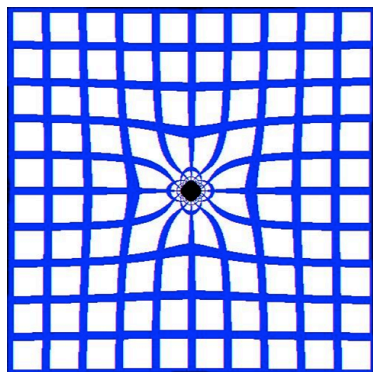


図1 ブラックホールで変形して見える方眼紙

図2 図1の明るさを表すもの

図3 ニュートン重力と擬ニュートンポテンシャルの光量の比

図1は方眼紙状のデータと視点の中間にブラックホールがあるとして加工した画像である。中心部分は光が吸収されるため、黒い。図2は、図1の画像を明るさを含めて可視化したもので、中心の部分ほど明るい。中心が円状に灰がかっていることから、この部分だけが極端に明るいとわかる。図3は光源となる星の前方をブラックホールが通過するときの光量の変化を示す。点のグラフは擬ニュートンポテンシャル、線のグラフはニュートン力学で光の軌跡を計算したものである。横軸はブラックホールの位置、縦軸はその時間の光量の比を表す。上記から強い重力を与える擬ニュートンポテンシャルのほうが重力レンズ効果によって明るくなるとわかる。